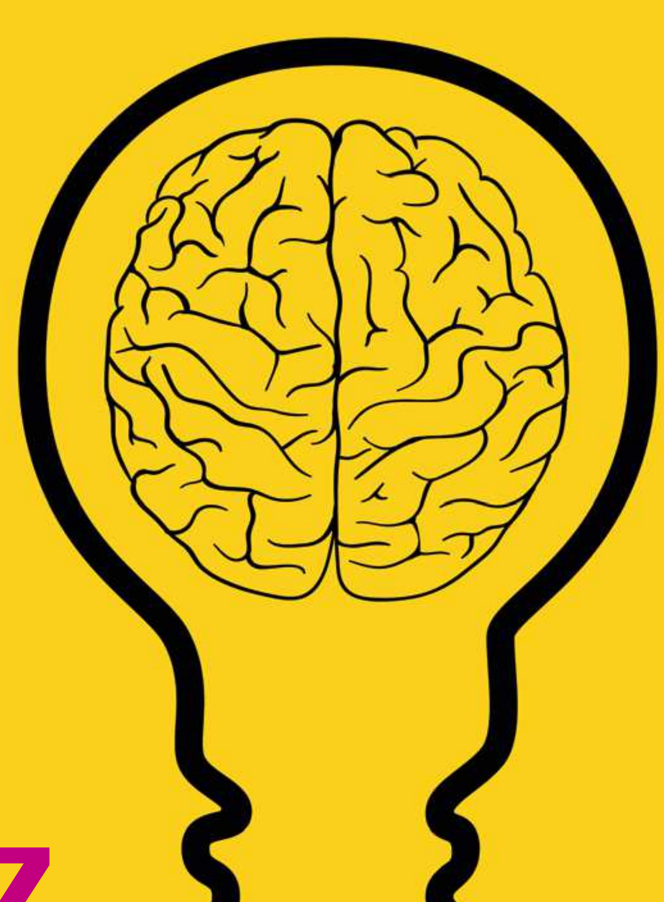


Psychologie. Hirnforschung. Medizin.
Nr. 04/2019 € 7,90 · 15,40 sFr. · www.gehirn-und-geist.de

Gehirn&Geist

Serienstart
Neue Methoden der Hirnforschung



Intelligenz

Ein Maß für den Lebenserfolg?



Berufswahl
Herausfinden, was einem wirklich liegt

Wissensillusion
Wir halten uns für schlauer, als wir sind

Antidepressiva
Machen sie Patienten abhängig?



Wegweiser des Erfolgs

Im letzten Jahr stellten wir Ihnen in einer Titelgeschichte das Grit-Konzept der Amerikanerin Angela Duckworth vor (Gehirn&Geist 6/2018, S. 12). Ihm zufolge entscheidet unser Durchhaltevermögen – so die deutsche Umschreibung von »grit« – wesentlich mit über den Lebenserfolg. Aus eigenen Studienergebnissen folgert die Psychologin von der University of Pennsylvania, dass sogar der Intelligenzquotient – immerhin unsere bestuntersuchte Persönlichkeitseigenschaft überhaupt – Leistungen in Schule und Beruf möglicherweise weniger gut vorhersagt als die Hartnäckigkeit und Leidenschaft, über die ein Mensch verfügt. So schnitten 7- bis 15-Jährige in einem Sprachwettbewerb umso besser ab, je höhere Grit-Werte sie erzielten. Ihr IQ ebenso wie ihre Selbstkontrolle erlaubten laut dieser Studie nur schwächere Vorhersagen.



Carsten Könneker
Chefredakteur
koenneker@spektrum.de

Kurz nachdem das Heft erschienen war, erhielt ich eine nette E-Mail von der renommierten Lernforscherin Elsbeth Stern, die auch dem wissenschaftlichen Beirat von »Gehirn&Geist« angehört. Mit Interesse habe sie den ausgewogenen Beitrag gelesen, wolle aber anmerken, dass auf Grundlage sämtlicher Studien zur Frage der Vorhersagbarkeit von Leistung und Lebenserfolg Grit die allgemeine Intelligenz keineswegs ausstechen könne. Unsere individuelle Beharrlichkeit trete lediglich dann hervor, wenn Psychologen Personen mit ähnlichen Intelligenzwerten betrachteten. Es bedurfte keiner langen Diskussion: Umgehend luden wir die Expertin von der ETH Zürich ein, das ganze Bild für uns zu zeichnen. Sie finden ihren gemeinsam mit dem Grazer Psychologen Aljoscha Neubauer verfassten Beitrag ab S. 12.

Egal wie gut die Leistungen und wie hoch der IQ – jedem stellt sich einmal die Frage nach dem richtigen Einstieg in ein erfolgreiches Berufsleben. Aktuell stehen wieder hunderttausende Schulabgänger vor dieser Entscheidung. Die Bologna-Reform bescherte uns einen Reichtum von sage und schreibe rund 10 000 Bachelor-Studiengängen allein in Deutschland; hinzu kommen mehr als 300 verschiedene Ausbildungsberufe. Unser Autor Joachim Retzbach sprach mit Menschen, die mehr als eine Karriere wagten, und sichtete die Literatur. Ab S. 22 erläutert er, wie man eigene Neigungen erkennen und mit Jobanforderungen sowie persönlichen Werten in Einklang bringen kann.

Eine erhellende Lektüre wünscht
Ihr

Carsten Könneker

IN DIESER AUSGABE





CHRISTIAN WIND

Elsbeth Stern und **Aljoscha Neubauer** erläutern ab S. 12, was Intelligenz ist und warum sie mehr über uns aussagt als andere Persönlichkeitsmerkmale.



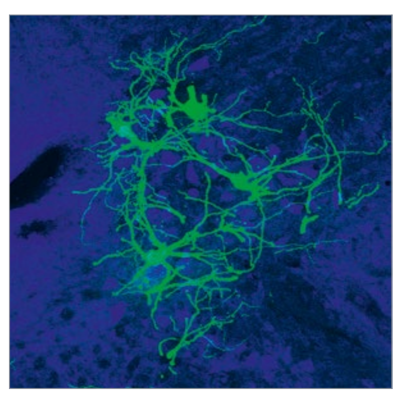
Andrew Murray vom Sainsbury Wellcome Centre for Neural Circuits and Behaviour in London kartiert Hirnschaltkreise, indem er veränderte Tollwutviren in Neurone einschleust. Ab S. 40 erklärt er die ausgefallene Methode.



Larissa Arning-Bünder von der Ruhr-Universität Bochum berichtet ab S. 72 von einem neuartigen Huntington-Medikament, das ihre Kollegen am Huntington Zentrum NRW erstmals an Patienten getestet haben.

IN DIESER AUSGABE







LINKS: SOUTH_AGENCY / GETTY IMAGES / ISTOCK; MITTE: ZUCKERMAN INSTITUTE, COLUMBIA UNIVERSITY, MIT FRDL. GEN. VON ANDREW MURRAY; RECHTS: BLUECLUE / GETTY IMAGES / ISTOCK

PHOTOCASE / ANDREAFLEISCHER

Titelthema

Eine Frage der Intelligenz

12 Um den IQ ranken sich viele Mythen und Halbwahrheiten. Lesen Sie, warum sich die Intelligenz des Menschen verlässlich messen lässt und tatsächlich viel über unseren Lebensweg aussagt – und weshalb sie umso stärker genetisch bedingt ist, je gerechter es in der Gesellschaft zugeht.

Von Elsbeth Stern und Aljoscha Neubauer

20 **Gute Frage**
Werden wir immer klüger?
Der Psychologe *Jakob Pietschnig* erklärt, warum der Durchschnitts-IQ der Weltbevölkerung seit Jahrzehnten stetig zunimmt.

TITELBILD: YURII ZASIMOV / GETTY IMAGES / ISTOCK; BEARBEITUNG: GEHIRN&GEIST



STEFFEN JÄNICKE; MIT FRDL. GEN. VON ECKART VON HIRSCHHAUSEN



PIXFLY / GETTY IMAGES / ISTOCK

Sozialverhalten

Wie wir unter Druck die Nerven behalten

Ob wir nun den entscheidenden Elfmeter auf dem Fußballfeld verschießen oder bei einem wichtigen Vortrag ins Stottern geraten – oft versagen wir gerade dann, wenn besonders viel auf dem Spiel steht. Fähigkeiten, die wir eigentlich beherrschen, sind unter Druck plötzlich wie weggeblasen – ein Phänomen, das Forscher als »choking« bezeichnen.

Einen interessanten Trick, wie sich solche Situationen in Zukunft vermeiden lassen, haben nun Wissenschaftler um Simon Dunne vom California Institute of Technology in Pasadena vorgestellt. Die Forscher ließen ihre Versuchspersonen im Hirnscanner eine Aufgabe erledigen, die einiges an motorischem Geschick und Koordinationsfähigkeit erforderte. Waren die Teilnehmer erfolgreich, winkte ihnen nach und nach immer mehr Geld als Belohnung. Je höher der Betrag ausfiel, desto höher war allerdings die Wahrscheinlichkeit, dass die Probanden plötzlich dem »choking« zum Opfer fielen und nichts mehr ging. Das war aus ähnlichen Untersuchungen bereits bekannt.

Um die Gefahr des »choking« abzumildern, gaben Dunne und seine Kollegen ihren Teilnehmern deshalb in einem zweiten Durchlauf eine neue Strategie an die Hand: Statt ständig daran zu denken, dass sie die Aufgabe meistern müssen, um eine hohe Belohnung zu erhalten, sollten die Probanden sich vorstellen, sie wären bereits im Besitz der hohen Belohnung und würden nun dafür arbeiten, sie auch behalten zu dürfen. Diese umgekehrte Psychologie sorgte dafür, dass die Versuchspersonen im Anschluss tatsächlich weniger oft scheiterten.

Das spiegelte sich im Gehirn in der Aktivität des ventralen Striatums wider, einer Region, die Forscher in früheren Untersuchungen bereits mit dem »choking« in Verbindung gebracht hatten. Zudem offenbarten Messungen der Hautleitfähigkeit, dass die Probanden im zweiten Durchlauf weniger Stress empfanden, wenn sie doch einmal versagten. Offenbar half die neue Herangehensweise, den Druck aus der Situation zu nehmen.

Soc. Cogn. Affect. Neurosci. 14, S. 13–22, 2019

Kommunikation

Algorithmus übersetzt Hirnaktivität in Sprache

Forscher um Hassan Akbari von der Columbia University in New York haben ein System entwickelt, das die Hirnaktivität einer Person ausliest und in verständliche gesprochene Worte umwandelt. Dafür spielten sie zunächst Epilepsiepatienten, denen bereits Elektroden ins Gehirn eingepflanzt worden waren, Sätze vor, die unterschiedliche Personen gesprochen hatten. Währenddessen maßen sie die Hirnaktivität der Teilnehmer und nutzten diese Daten, um einen Vocoder zu trainieren: einen Computeralgorithmus, der gesprochene Sprache synthetisieren kann.

Im zweiten Schritt wiederholten die Forscher die Übung mit Zahlen von null bis neun. Ein künstliches neuronales Netz verbesserte den Output des Programms dann noch einmal, so dass es am Ende tatsächlich Zahlenwörter ausspuckte, die einigermaßen gut zu verstehen waren. In einem separaten Test konnten neue Versuchspersonen die Aussagen des Vocoders in 75 Prozent der Fälle korrekt wiederholen.

Demnächst wollen Akbari und seine Kollegen überprüfen, ob ihr Vocoder auch komplexere Wörter und womöglich sogar ganze Sätze aus der Hirnaktivität einer Person ableiten und in gesprochene Worte übersetzen kann. Außerdem wollen sie ihr System mit jenen Aktivitätsmustern testen, die im Gehirn entstehen, wenn jemand selbst spricht oder sich lediglich vorstellt, etwas Bestimmtes zu sagen. Das Ziel der Forscher ist es, auf diesem Weg irgendwann einmal Gedanken mit Hilfe eines technischen Geräts direkt in Sprache umzuwandeln – und so vielleicht all jenen Menschen ihre Stimme zurückzugeben, die auf Grund von schweren Erkrankungen weder sprechen noch sich bewegen können.

Sci. Rep. 9, 874, 2019

Nachtruhe

Zu wenig Schlaf macht schmerzempfindlich

Wer nachts nicht genügend Schlaf bekommt, ist am nächsten Tag in der Regel nicht nur müder, sondern reagiert auch intensiver auf Schmerzreize. Das berichtet ein Team um Adam J. Krause von der University of California in Berkeley. Die Forscher untersuchten das Schmerzempfinden von 25 gesunden Versuchsteilnehmern, während diese im Hirnscanner lagen. Dazu verabreichten sie ihnen am Bein immer stärker werdende Hitzereize, welche die Probanden im Schnitt ab einer Temperatur von knapp 44 Grad Celsius als unangenehm empfanden.

Anschließend hielten die Wissenschaftler die Versuchspersonen im Schlaflabor eine Nacht lang wach und wiederholten am nächsten Tag das Hitzeexperiment. Nun begannen die Teilnehmer im Mittel bereits ab einer Temperatur von 41,6 Grad Celsius von leichten Schmerzen zu berichten.

Die Ursache dafür meinen Krause und seine Kollegen im Gehirn der Probanden ausgemacht zu haben: Bei Schlafmangel reagierte der somatosensorische Kortex, der eine zentrale Rolle bei der Schmerzwahrnehmung spielt, heftiger auf die Hitzereize als im ausgeschlafenen Zustand. Gleichzeitig nahm die Aktivität in der Inselrinde und im Nucleus accumbens ab. Die Insula ist an der Bewertung von Schmerzen beteiligt, während der Nucleus accumbens ein wichtiger Bestandteil des neuronalen Belohnungssystems ist, das über die Ausschüttung von Neurotransmittern Schmerzen dämpfen kann. »Schlafmangel verstärkt also nicht nur die Aktivität von Hirnregionen, die Schmerzen wahrnehmen, er blockiert gleichzeitig auch jene Zentren, die für die Schmerzlinderung zuständig sind«, schlussfolgert Studienautor Matthew P. Walker.

Eine Onlineuntersuchung mit 230 Erwachsenen, die mehrere Tage lang über ihr Schlafpensum und ihre Schmerzempfindlichkeit Buch führten, zeigt zudem, dass der Effekt im Alltag ebenfalls aufzutreten scheint: Schon geringfügige Verschiebungen in unserem Schlaf-wach-Rhythmus beeinflussen offenbar, wie gut wir physisches Leid wegstecken.

Die Ergebnisse der Untersuchung bestätigen damit, was unter anderem Versuche an Mäusen bereits erahnen ließen. Die Wechselwirkung von Schlaf und Schmerz könnte vor allem für Patienten mit chronischen Schmerzen in einen Teufelskreis münden: Mindestens ein Viertel der Betroffenen leidet gleichzeitig an einer ausgewiesenen Schlafstörung, wie Daten der US-amerikanischen National Sleep Foundation nahelegen. Guter Schlaf, argumentieren die Forscher, sollte deshalb auf allen Ebenen noch stärker in das Zentrum medizinischer Bemühungen gerückt werden.

J. Neurosci. 10.1523/JNEUROSCI.2408-18.2018, 2019

Nervensystem

Signalverarbeitung bei Mensch und Makak

In Aufbau und Funktionsweise ähneln sich die Gehirne von Menschen und Rhesusaffen stark. Wie kommt es also, dass Menschen viel intelligenter sind als Makaken? Eine Antwort haben Wissenschaftler nun in der »neuronalen Software« beider Spezies gesucht – und dabei einen aufschlussreichen Unterschied entdeckt.

Um das Verhalten der Nervenzellen zu beobachten, zeichnete das Team um Rony Paz vom Weizmann Institute of Science im israelischen Rehovot bei fünf Affen und sieben Menschen die elektrische Aktivität einzelner Nervenzellen auf; insgesamt 750 Neurone flossen in die Auswertung ein. Bei beiden Spezies feuerten die Nervenzellen immer mehr oder weniger stark im Gleichschritt. Im Detail offenbarten sich allerdings Unterschiede: Bei den Makaken war dieser Gleichklang ausgeprägter; die Muster, in denen die Zellen feuerten, wiederholten sich häufiger als bei den Menschen. Das mache die Signalverarbeitung der Makaken »robust«, wie es die Forscher nennen.

Bei Menschen hingegen schien die Abfolge des Feuerns eher durch die Kombination mehrerer Muster zu entstehen. Im Vergleich zum Makakenhirn operiere das Menschenhirn weniger synchron und dadurch effizienter, so Paz und Kollegen. Schneller zwischen Mustern umschalten oder gar mehrere gleichzeitig verarbeiten zu können, mache das Gehirn des Menschen flexibler und erlaube eine differenziertere Reaktion auf Reize. Der Preis dafür sei jedoch eine höhere Störanfälligkeit. Wie Paz erklärt, könnten bei Menschen psychische Störungen zu den Folgen unserer »effizienteren«, also flexiblen Signalverarbeitung zählen.

Offen bleibt dabei, ob sich die beobachteten Unterschiede auch in anderen Hirnregionen zeigen – die Forscher zeichneten Nervenzellen nur in der Amygdala und im Zingulum auf. Zudem ist unklar, wie genau die Nervenzellverbände das Gleichgewicht zwischen Robustheit und Effizienz einstellen.

Cell 176, S. 597–609, 2019

Verhaltensforschung

Nervöses Vollblut, gelassenes Kaltblut

Eine Studie von Jill Sackman von der Tierklinik in Southfield, Michigan, und Katherine Houpt von der Cornell University untersuchte Verhaltensweisen von Pferden. Rund 850 Pferdehalterinnen und -halter hatten online 25 Fragen zu ihrem Huftier beantwortet, darunter, wie gern es mit Artgenossen spiele, wie es auf fremde Menschen zugehe, wie bereitwillig es sich bürsten lasse und wie es neue Gegenstände im Stall erkunde.

Die Antworten ließen sich statistisch auf drei Eigenschaften reduzieren: Neugier, Nervosität und Bedrohlichkeit, schreiben Sackman und Houpt. »Diese drei Komponenten liegen der individuellen Persönlichkeit eines Pferds zu Grunde.« Die Begriffe führen allerdings ein wenig in die Irre. So verbirgt sich hinter dem Label Neugier zudem freundliches und verspieltes Verhalten; Bedrohlichkeit umfasst neben Drohgebaren stures Verhalten, und zu Nervosität gehört neben Ängstlichkeit und Erregbarkeit auch die Schwierigkeit, sich an Neues zu gewöhnen.

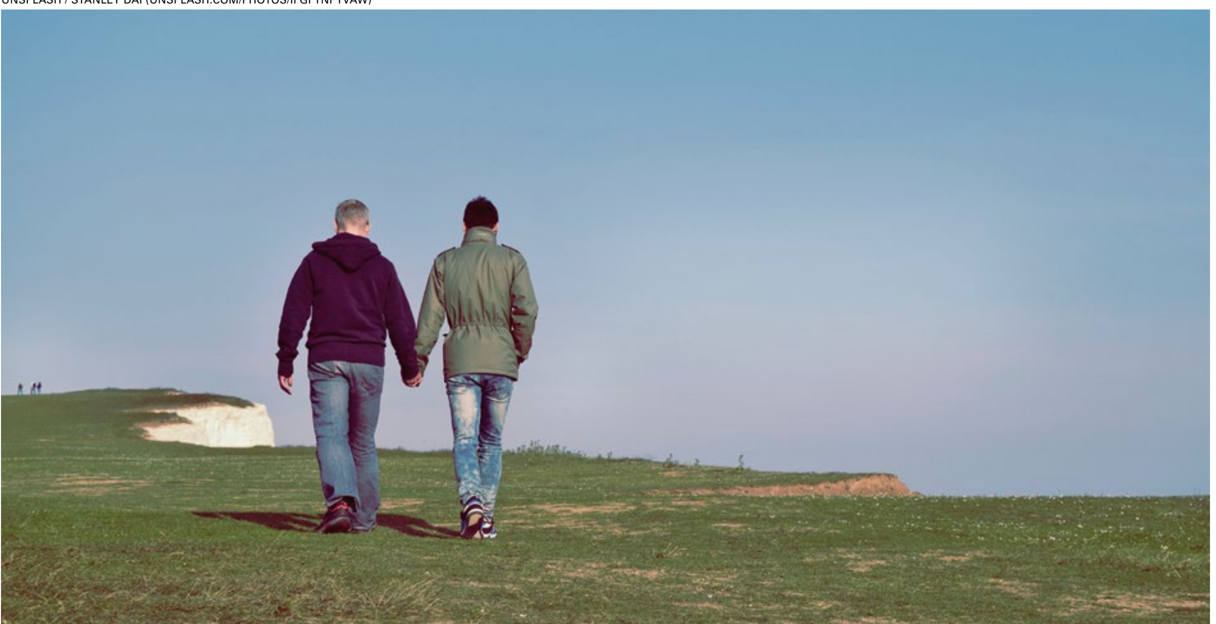
»Ponys waren unter den Pferden mit der am wenigsten nervösen Persönlichkeit«, stellten die Tiermedizinerinnen fest. In den Augen ihrer Halterinnen und Halter zeigten außerdem Araber und Vollblüter im Schnitt am meisten Neugier und Kontaktfreude, die verbreiteten American Quarter Horses und so genannten Kaltblüter hingegen am wenigsten. Am nervösesten waren demnach Vollblüter und Araber, außerdem Saddlebreds und Walking Horses. Die Autorinnen vermuten hinter Neugier und Nervosität gemeinsame Erbanlagen: Bei Vollblütern habe man schon einen Zusammenhang mit dem Dopaminrezeptor-D4-Gen gefunden. Jahrhunderte organisierter Zucht hätten die Erbanlagen für das Temperament moderner Pferderassen tief greifend beeinflusst.

J. Equine Vet. Sci. 72, S. 47–55, 2019



KONDAKOV / GETTY IMAGES / ISTOCK

UNSPLASH / STANLEY DAI (UNSPLASH.COM/PHOTOS/IFGFTNPTVAW)



Stereotype

Alte Vorurteile schwinden – mit einer Ausnahme

Mögen Sie Heterosexuelle lieber als Homosexuelle? Die Zahl derer, die diese Frage bejahen würden, nimmt in den USA seit Jahren ab. Ebenso ist es bei Fragen, die die Einstellung gegenüber Menschen mit Behinderung oder mit dunkler Hautfarbe, gegenüber Älteren oder Übergewichtigen erfassen. Doch bei den unbewussten Vorurteilen sieht es anders aus, wie Tessa Charlesworth und Mahzarin Banaji von der Harvard University entdeckten.

Die Psychologinnen analysierten Online-Umfragedaten und Testergebnisse von mehr als vier Millionen Menschen aus den Jahren 2004 bis 2016. Diese wurden teils explizit befragt, ob sie beispielsweise Jüngere oder Ältere lieber mögen; teils wurden ihre unbewussten Assoziationen anhand von Reaktionszeiten getestet.

Die stärkste Veränderung in Richtung neutraler Bewertung beobachteten die Wissenschaftlerinnen bei den expliziten Vorurteilen gegenüber Homosexuellen, und das galt für Befragte aller Generationen. Auch explizite und implizite rassistische Einstellungen nahmen ab. Rückläufig waren ebenfalls offen geäußerte, nicht aber unbewusste negative Einstellungen gegenüber Älteren oder Menschen mit Behinderung. Beim Thema Übergewicht entwickelten sich offene und versteckte Vorlieben sogar gegenläufig: Unbewusste negative Assoziationen mit Übergewicht, vor allem rundlichen Gesichtern, nahmen mit den Jahren zu, und das unabhängig vom eigenen Körpergewicht. Besonders deutlich war der Effekt bei den jüngsten Befragten.

Dass viele Menschen Personen mit Übergewicht, Behinderung oder einem fortgeschrittenen Alter unbewusst negativer gegenüberstehen, könne daran liegen, dass diese mit nachweislichen körperlichen Einschränkungen assoziiert würden, vermuten die Psychologinnen von der Harvard University.

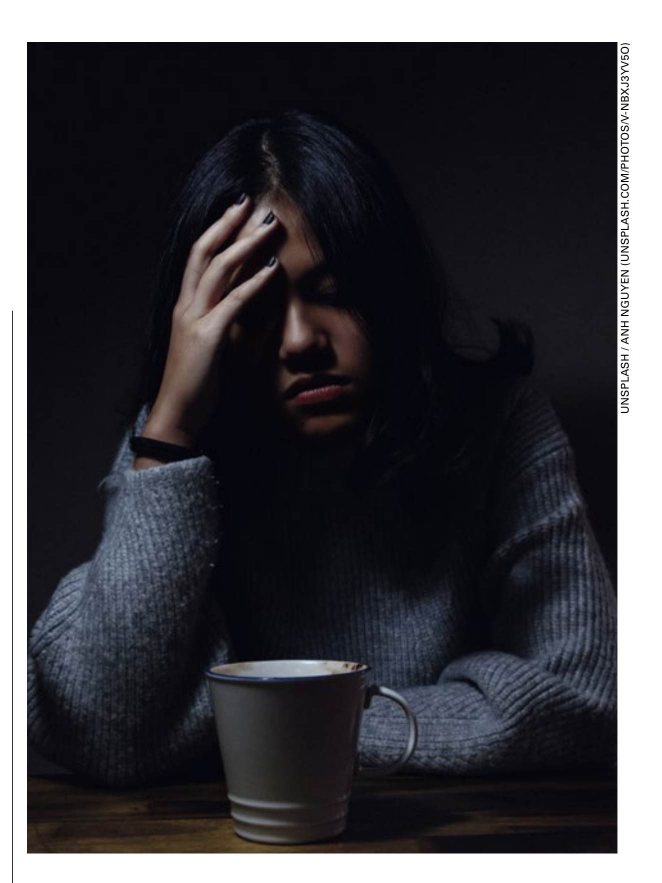
Psychol. Sci. 10.1177/0956797618813087, 2019

Ernährung Wer im Job wenig Freiräume hat, also zum Beispiel nur selten über seine Arbeit bestimmen darf und wenig Neues lernt, nimmt eher zu. Bei Frauen schlägt sich zudem auch Stress am Arbeitsplatz auf der Waage nieder.

Int. Arch. Occup. Environ. Health 10.1007/s00420-018-1392-6, 2018

Mikrobiom

Wie Darmbakterien Depressionen fördern


UNSPLASH / ANH NGUYEN (UNSPLASH.COM/PHOTOS/V-NBXJ3YV5O)

Die Bakterien in unserem Darm beeinflussen auch unsere Psyche – diese Erkenntnis ist unter Forschern nichts Neues mehr. Doch wie könnte eine mögliche Darm-Hirn-Achse funktionieren? Um der Antwort auf diese Frage ein Stück näher zu kommen, analysierten Jeroen Raes von der Katholischen Universität Löwen und seine Kollegen die Daten von gut 1000 Patienten, die eine Depression diagnostiziert bekommen und zugleich am Flemish Gut Flora Project (FGFP) teilgenommen hatten, bei dem das Mikrobiom von Freiwilligen untersucht wird.

Dabei entdeckten die Forscher, dass die Bakteriengattungen *Coprococcus* und *Dialister* im Verdauungstrakt von depressiven Patienten seltener vorkamen als in einer Vergleichsgruppe – unabhängig von der Ernährung der Betroffenen oder davon, ob sie Antidepressiva einnahmen. Zumindest im Fall von *Coprococcus* könnte das Folgen für das Gehirn haben, meinen die Wissenschaftler, und zwar über deren typischen Stoffwechsel: Die Bakterien scheiden die kurzkettige Fettsäure Butyrat aus, die Darmzellen unter anderem als Energiequelle dient und Studien zufolge positive Effekte auf den Organismus zu haben scheint. Außerdem erzeugen die Mikroben 3,4-Dihydroxyphenylessigsäure, eine Vorstufe des Neurotransmitters Dopamin. Womöglich liefern die Bakterien den Darmzellen also nicht bloß Energie, sondern dem Körper dringend benötigte Moleküle zur Produktion von Transmittern, spekulieren die Wissenschaftler um Raes.

Nat. Microbiol. 10.1038/s41564-018-0337-x, 2019

Demenz

»Sporthormon« bremst Alzheimersymptome

Zahlreiche Studien deuten darauf hin, dass körperliche Aktivität das Alzheimerrisiko senken kann. Hinweise auf eine molekulare Ursache für diesen Zusammenhang haben Forscher nun zumindest bei Mäusen gefunden: Das Hormon Irisin, das bei Sport in den Muskeln ausgeschüttet wird, bremst offenbar im Hirn tatsächlich neurodegenerative Prozesse, wie Ottavio Arancio von der Columbia University und seine Kollegen berichten.

Das Team um Arancio konnte zeigen, dass Irisin in Mäusen, denen die Forscher ein regelmäßiges Fitnessprogramm verordnet hatten, vermehrt aus Muskeln über den Kreislauf ins Hirn wandert. Dort entfaltet das Hormon, beziehungsweise eine kürzere Version des Proteins namens FNDC5, eine Schutzwirkung gegen alzheimerbedingte Schäden: Die Menge der alzheimertypischen Beta-Amyloid-Proteine sinkt, und die Gedächtnisleistungen von Versuchstieren mit einer Nager-Alzheimervariante stabilisieren sich wieder. Blockierten die Wissenschaftler FNDC5 und Irisin im Gehirn hingegen, hatte der Sport keine positive Wirkung mehr auf das Gedächtnis der Mäuse.

Ob das Hormon bei Menschen einen ähnlichen Effekt hat, werden weitere Untersuchungen erst noch zeigen müssen. Forschern war aber bereits aufgefallen, dass Irisin und FNDC5 im Gehirn von Alzheimerpatienten in geringeren Mengen ausgeschüttet werden.

Auch Neurone produzieren FNDC5, das an Zellrezeptoren andockt und so die Langzeitpotenzierung beeinflusst, die eine zentrale Rolle beim Lernen und Vergessen spielt. Sport könnte dafür sorgen, dass das Hormonsignal im Hirn vermehrt Nachschub aus dem Körper bekommt.

Nat. Med. 25, S. 165–175, 2019

Persönlichkeit

So gut kennen wir uns selbst

Ob wir eher gesellig oder zurückhaltend, eher faul oder verlässlich sind, darüber wissen wir ganz gut Bescheid. Doch in einem Punkt kennen wir uns offenbar schlecht, stellten Jessie Sun und Simine Vazire von der University of California in Davis fest: »Menschen können nicht gut beurteilen, wie umgänglich sie sind.«

Um Selbst- und Fremdurteile zu vergleichen, baten die Psychologinnen mehr als 400 Studierende eine Woche lang regelmäßig per SMS, sich selbst in diesem Moment zu beschreiben. Außerdem trugen die Versuchspersonen während dieser Zeit Aufnahmegeräte mit Mikrofon am Körper, die täglich zwischen sieben Uhr morgens und zwei Uhr nachts alle zehn Minuten 30 Sekunden lang das akustische Geschehen aufzeichneten. Rund 150 000 halbminütige Sequenzen kamen so zu Stande.

Anhand dieser Sequenzen beurteilten dann je sechs Forschungsassistenten das Verhalten der Teilnehmer, zum Beispiel inwieweit Aussagen wie die folgende zutrafen: »In dieser Stunde schien der Teilnehmer ruhig.« Die meisten Versuchspersonen konnten gut einschätzen, wann sie sich extravertiert oder gewissenhaft verhielten; Selbst- und Fremdurteile stimmten darin häufig überein. Das galt aber nicht für Verträglichkeit und emotionale Stabilität.

Die Unterschiede in der Innen- und Beobachterperspektive auf die emotionale Stabilität erklären die Psychologinnen durch einen Schwachpunkt im Studiendesign: »Man fühlt sich manchmal besorgt oder niedergeschlagen, ohne das verbal auszudrücken.« Anhand der Tonaufnahmen allein könne ein Beobachter diese Eigenschaft daher kaum beurteilen. Hingegen würden sich Freundlichkeit oder Unhöflichkeit stärker im Verhalten äußern; deshalb könnten sich die Beobachter hierüber ein besseres Urteil bilden. »Unsere Befunde lassen daran zweifeln, dass Menschen wissen, wann sie sich liebenswürdig und wann sie sich ruppig verhalten.«

Psychol. Sci. 10.1177/0956797618818476, 2019

PHOTOCASE / DAVID-W-



KOGNITION Das aussagekräftigste Persönlichkeitsmaß, das wir kennen, ist die Intelligenz. Ohne sie helfen auch Motivation, Ausdauer und Einfühlungsvermögen nur begrenzt im Leben weiter.

Eine Frage der Intelligenz

VON ELSBETH STERN UND ALJOSCHA NEUBAUER

PHOTOCASE / DAVID-W-

Beginnen wir diesen Beitrag mit den folgenden drei Aufgaben:

Wald zu Baum = Wiese zu ?
Wählen Sie: Gras, Heu, Futter, Grün, Weide

12 zu 3 = 20 zu ?
Wählen Sie: 5, 4, 11, 3, 9

▲ zu ⌒ = ▼ zu ?
Wählen Sie: ●, ■, ◡, ◒, ▲

Die oben stehenden Beispiele enthalten unterschiedliche Elemente – eines ist sprachlicher Art, ein anderes numerisch, das dritte visuell-räumlich. Ihnen gemeinsam ist jedoch, dass hier aus Bekanntem logische Schlüsse gezogen werden müssen. Schlussfolgerndes Denken, also die Generierung von neuem aus bestehendem Wissen, gilt als Kern menschlicher Intelligenz. Daher ist »Analogien finden« eine typische Aufgabe in IQ-Tests.

Das stellt hohe Anforderungen an unser Arbeitsgedächtnis. Denn die gesamten Informationen müssen zunächst gespeichert, ihre Elemente miteinander verglichen und irrelevante Aspekte außer Acht gelassen werden. Parallel dazu muss man mögliche Lösungen erwägen und auf ihre Richtigkeit prüfen.

Zum Beispiel: Zwischen den Wörtern Wald und Baum besteht eine Beziehung, die auf ein weiteres Wortpaar übertragen werden soll. Dabei ist der erste Begriff (Wiese) vorgegeben. Hat man nun die Wahl zwischen Gras, Heu, Futter, Grün, Weide, so könnte man denken: Die gemeinsame Farbe von Wald, Baum und Wiese ist grün! Diese Wahl wäre jedoch falsch, da es nicht um die Gemeinsamkeit der drei Wörter geht, sondern um die Gemeinsamkeit der Beziehung zwischen den Wortpaaren. Das zu erkennen, erfordert eine zusätzliche Abstraktionsstufe.

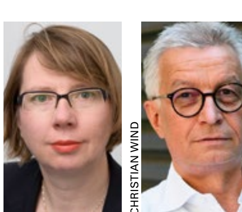
Wiese steht allerdings auch zu den anderen Begriffen in enger Beziehung. Solche Überlegungen gehen aber ebenso in die falsche Richtung, da sie nichts mit der Beziehung zwischen Wald und Baum zu tun haben. Intelligente Menschen erkennen, dass Wald durch die Existenz von Bäumen definiert ist, so wie die Wiese durch die Existenz von Gras. Die Herausforderung bei dieser Aufgabe besteht also darin, gewisse Assoziationen zu hemmen und die abstrakte Beziehung »wird definiert durch« zu aktivieren.

Wie gut jemand bei so unterschiedlichen Aufgaben abschneidet, hängt statistisch eng zusammen. Das heißt, es macht keinen großen Unterschied, ob schlussfolgerndes Denken auf numerischer, sprachlicher oder räumlich-visueller Basis erfasst wird. Bereits vor mehr als 100 Jahren hat der US-amerikanische Psychologe und Intelligenzforscher Charles Spearman die Gemeinsamkeit unterschiedlicher Intelligenzaufgaben auf einen g-Faktor zurückgeführt: die generelle kognitive Leistungsfähigkeit (siehe »Eine kurze Geschichte des IQ«, S. 16). Dieses Maß beschreibt, wie ähnlich eine Person über verschiedene Aufgabenbereiche hinweg abschneidet.

Nadelöhr Arbeitsgedächtnis

In den letzten Jahren machten Forscher große Fortschritte dabei, die Intelligenz im Drei-Speicher-Modell der menschlichen Informationsverarbeitung zu verorten. Das Arbeitsgedächtnis – jene Instanz, die zwischen der eingehenden Information und dem im Langzeitgedächtnis gespeicherten Wissen vermittelt – ist am zielgerichteten Handeln und schlussfolgernden Denken entscheidend beteiligt. Es hat hierbei vier Funktionen zu erfüllen: Es muss eingehende Informationen verfügbar halten, vorhandenes Wissen aus dem Langzeitgedächtnis aktivieren, nicht Benötigtes hemmen und das Ziel im Blick behalten. Bei allen Aufgaben, die diese Funktionen erfassen, schneidet eine Person ähnlich gut ab wie in einem IQ-Test. Obwohl es zu kurz gegriffen wäre, die Intelligenz eines Menschen allein auf sein Arbeitsgedächtnis zurückzuführen, hat Letzteres großen Einfluss auf die Lern- und Denkfähigkeit.

Ähnliche Anforderungen wie bei Intelligenztests stellen sich beim schulischen Lernen. Um einen Text zu verstehen, muss man die übergeordnete Frage präsent haben, sonst verliert man den roten Faden. Wer etwa eine mathematische Textaufgabe lösen soll, muss von


CHRISTIAN WIND

UNSERE EXPERTEN

Elsbeth Stern ist Psychologin und Professorin für Lehr-Lern-Forschung an der ETH Zürich. *Aljoscha Neubauer* ist Professor für Differentielle Psychologie an der Universität Graz (Österreich).

der Situation abstrahieren können und die Beziehungen zwischen den einzelnen Elementen begreifen. Naturwissenschaftliche Kompetenzen fußen ebenso auf abstrakten Konzepten, die man auf verschiedene Fälle anwenden muss, etwa um die Gemeinsamkeit von Begriffen wie Batterie und Stausee einzusehen (beide speichern Energie). Gleiches gilt für das abwägende Denken: Was spricht für und was gegen eine bestimmte Erklärung? Welche Variablen muss man bei einem Experiment variieren und welche konstant halten? Auch hier geht es darum, bestimmte Informationen im Hinterkopf zu behalten, zu vergleichen, zu deaktivieren und immer wieder zu prüfen, ob man auf der richtigen Spur ist. Nicht anders beim Fremdsprachenlernen: Grammatikregeln und Vokabeln müssen beim Lesen oder Sprechen integriert werden, während man die dominante Erstsprache gleichzeitig ausblendet – sonst funken »falsche Freunde« dazwischen wie in dem Satz: »When will I become my lasagne?«

Intelligenztests erfassen geistige Fähigkeiten, die im Alltag selten so isoliert zu betrachten sind. Dennoch hängt der IQ eng mit den Leistungen in Schule, Berufsausbildung oder Studium zusammen. Zudem gestalten Menschen mit hoher Intelligenz meist ihr Leben besser: Sie ernähren sich zum Beispiel gesünder, schätzen Risiken realistischer ein und lassen sich von einer Krise nicht so leicht aus der Bahn werfen.

Dass Intelligenzunterschiede oft in den Genen wurzeln, belegen viele Zwillingsuntersuchungen. Bei der Intelligenz handelt es sich um ein polygenetisch, also durch viele Gene vererbtes Merkmal mit einer großen so genannten Reaktionsnorm. Das bedeutet, dass Umweltfaktoren bei der Entwicklung der Intelligenz eine beträchtliche Rolle spielen. Dabei gilt: Je ähnlicher die Umwelt, desto stärker schlagen genetische Einflüsse durch. Würde unsere Gesellschaft allen Mitgliedern optimale Bedingungen zur Intelligenzentwicklung bieten, wären nahezu 100 Prozent der Unterschiede in diesem Merkmal durch Genvariationen erklärbar. So zeigte ein Forscherteam um Eric Turkheimer in einer Studie, dass Umweltfaktoren rund 60 Prozent der Intelligenzunterschiede zwischen ökonomisch sehr unterschiedlich aufgestellten Familien bedingten, während die genetischen Einflüsse nahezu gleich null waren. Betrachtete man jedoch nur wohlhabende Familien, war es fast umgekehrt: Die Umwelteffekte waren hier minimal, und beinahe alle IQ-Unterschiede gingen auf Genvariationen zurück.

Obwohl diese zentralen Befunde der Intelligenzforschung über Jahrzehnte immer wieder bestätigt wurden, fällt es vielen Menschen – teils auch ausgebildeten Psychologen – schwer, sie zu akzeptieren. Eine beliebte Abwehrstrategie besteht darin, nach Eigenschaften zu suchen, die für den schulischen oder beruflichen Erfolg ebenso wichtig oder sogar wichtiger sind als der IQ. Das ist an sich legitim und zeugt von einem lebendigen wissenschaftlichen Diskurs. Beispielsweise ergaben Studien, dass auch das Vorwissen von Menschen gewisse Leistungsunterschiede erklären kann. Eine weniger intelligente Person mit viel Vorwissen oder praktischen Erfahrungen erzielt daher häufig eine bessere Leistung als jemand mit dem umgekehrten Profil. Das wurde etwa fürs Schachspielen gezeigt, das zwar anspruchsvoll ist, aber nicht so abstrakt, dass nur sehr intelligente Menschen es sich erschließen könnten. Solche Befunde lassen sich dennoch nicht einfach auf andere Gebiete übertragen: Einen unterdurchschnittlich intelligenten theoretischen Physiker wird man schwerlich finden.

Wenn es darum geht, Neues zu lernen oder bestehendes Wissen auf andere Gebiete zu übertragen, haben intelligente Menschen gegenüber weniger intelligenten Vorteile. Der Einfluss von spezifischem Vorwissen stellt also nicht die Rolle der Intelligenz in Frage. Er macht vielmehr deutlich, dass sie ihre Wirkung nur über den Erwerb und das Nutzen von Wissen entfaltet.

Auf einen Blick: Und sie zählt doch!

1 Intelligente Leistungen zeigen sich auf verschiedenen Gebieten, etwa im Umgang mit Zahlen, Sprache oder Formen. Ein gemeinsamer Nenner, der generelle IQ-Faktor, gründet in der Kapazität des Arbeitsgedächtnisses.

2 Laien, aber auch Forscher halten mitunter andere Eigenschaften wie die Motivation oder die Willenskraft eines Menschen für wichtiger im Leben als den IQ. Doch kein anderes Maß hängt enger mit dem Bildungs- oder Berufserfolg zusammen als die Intelligenz.

3 Auch nichtkognitive Faktoren wie etwa das Einfühlungsvermögen werden manchmal als »Intelligenz« bezeichnet. Allerdings ist der IQ das am besten erforschte Persönlichkeitsmerkmal, das die Psychologie kennt.

Die Inflation der Intelligenzen

Manche versuchen auch, den Einfluss der Intelligenz zu relativieren, indem sie die Bedeutung anderer nichtkognitiver Eigenschaften hervorheben. So wird der Intelligenzbegriff häufig erweitert auf sportliche, soziale oder musische Fähigkeiten, selbst von spiritueller oder sexueller Intelligenz hört man bisweilen. Besonders verbreitet ist das Konzept der emotionalen Intelligenz, die analog zum IQ das Label »EQ« trägt. Wissenschaftlich fragwürdig ist daran nicht die Suche nach zusätzlichen Einflüssen auf den schulischen und sonstigen Erfolg von Menschen. Niemand stellt in Frage, dass intelligente Personen unterschiedlich empathisch oder sozial ge- ▶

Eine kurze Geschichte des IQ

Laut einem beliebten Bonmot ist Intelligenz, was ein Intelligenztest misst. Darin kommt zum Ausdruck, dass sich Psychologen lange uneinig waren, wie man Intelligenz wissenschaftlich am besten beschreiben sollte – während entsprechende Tests schon früh zum Einsatz kamen. Fest steht, dass die Intelligenz des Menschen verschiedene Facetten umfasst: angefangen beim Gedächtnis und dem logischen Denken über den sprachlichen Ausdruck und das mathematische Verständnis bis hin zum räumlichen Vorstellungsvermögen.

Zwar vertreten Forscher bis heute durchaus unterschiedliche Ansichten darüber, welche Komponenten im Einzelnen dazuzählen und wie sie sich zusammensetzen. Unstrittig ist jedoch, dass es einen generellen Intelligenzfaktor gibt, der die Leistungen einer Person auf diversen Feldern beeinflusst. Der wichtigste gemeinsame Nenner ist die Kapazität des Arbeitsgedächtnisses, das wir bei allen Arten von geistigen Herausforderungen benötigen – ob wir kopfrechnen, einen Text lesen oder im Geist geometrische Figuren bewegen. Studien zur Intelligenzverteilung zeigten zudem, dass gute (oder schlechte) Leistungen auf einem Gebiet – etwa beim Wortschatz – meist auch mit hohen (oder niedrigen) Werten beispielsweise beim logischen Schlussfolgern oder beim Rechnen einhergehen. Isolierte Inselbegabungen sind also selten.

Der Intelligenzquotient (kurz: IQ) ist eine Erfindung des frühen 20. Jahrhunderts. Er entwickelte sich aus der Annahme, es gebe ein Intelligenzalter von Kindern, das vom Lebensalter abweichen könne. Im Jahr 1905 stellte der französische Psychologe Alfred Binet (1857–1911) einen Test vor, der Schülern anhand unterschiedlich schwieriger Aufgaben ein individuelles Intelligenzalter attestierte – wonach man entschied, auf welche weiterführende Schule die Kinder kamen. Der an der Stanford University in Kalifornien tätige Psychologe Lewis M. Terman (1877–1956) erweiterte dieses Verfahren, so dass es als Stanford-Binet-Test in die Geschichte einging.

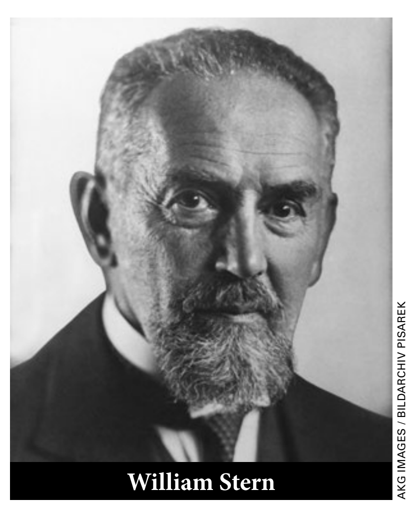
Als Erfinder des IQ gilt hingegen der Deutsche William Stern (1871–1938). Der Psychologe, der bis zu seiner Flucht vor den Nazis an der Universität Hamburg forschte, setzte das Intelligenzalter erstmals ins Verhältnis zum jeweiligen Lebensalter (daher »Quotient«) und multiplizierte das Resultat mit 100. Dies ergab einen IQ, der um einen Mittelwert von 100 variierte, wie wir es bis heute kennen.

Da die Intelligenz ab dem frühen Erwachsenenalter mehr oder weniger konstant bleibt, erschien der Bezug zum Lebensalter hier wenig sinnvoll. Der Intelligenzforscher David Wechsler (1896–1981) nahm daher 1932 die individuelle Abweichung einer Person vom Durchschnitt seiner Altersgruppe zum Maßstab. Wechsler setzte per Definition einen Mittelwert von 100 sowie eine Standardabweichung von 15 Punkten voraus (siehe Grafik rechts). Dies gilt noch heute. Allerdings muss man die IQ-Test-Aufgaben an großen, repräsentativen Stichproben immer wieder nachjustieren, da sich die Intelligenz in der Bevölkerung kontinuierlich wandelt (siehe »Werden wir immer klüger?« ab S. 20).

Ein globaler Intelligenzwert je Person setzt außerdem voraus, dass man bei dessen Erhebung die einzelnen Intelligenzbereiche (verbal, numerisch, räumlich-konstruktiv und so weiter) ausgewogen berücksichtigt. Bereits 1904 hatte der britische Psychologe Charles Spearman (1863–1945) ein Zwei-Faktoren-Modell postuliert, das neben spezialisierten sprachlichen, mathematischen und sonstigen Komponenten einen so genannten Generalfaktor (g-Faktor) vorsah.

Allgemein unterscheidet man fluide und kristalline Anteile der


Alfred Binet
US NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE / SCIENCE PHOTO LIBRARY


William Stern
AKG IMAGES / BILDARCHIV PISAREK


Howard Gardner
GETTY IMAGES / SOUTH CHINA MORNING POST / JONATHAN WONG

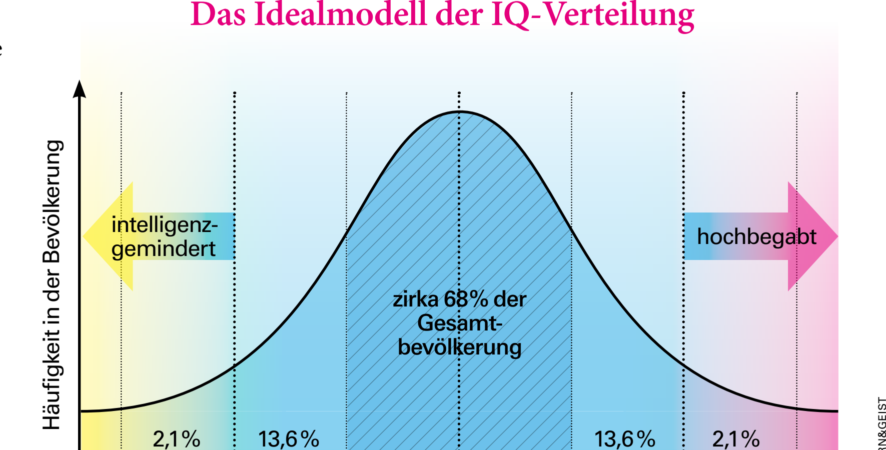
Intelligenz. Erstere beschreiben beispielsweise das flexible, schnelle Umschalten zwischen verschiedenen Anforderungen, der zweite Begriff bezieht sich auf feste Wissensbestände und Fähigkeiten. Während die fluide Intelligenz schon ab dem frühen Erwachsenenalter allmählich nachlässt, können kristalline Anteile wie der Wortschatz oder motorische Fertigkeiten bis ins hohe Alter wachsen.

Intelligenz ist heute als stabiles Persönlichkeitsmerkmal wissenschaftlich anerkannt und lässt sich mit gut erprobten, geeichten Verfahren verlässlich messen. Die meisten gebräuchlichen IQ-Tests wie der Wechsler-Intelligenztest (WI) erfüllen fünf Kriterien:

- Reliabilität (Messgenauigkeit): Zwei unabhängige Testungen stimmen im Ergebnis gut miteinander überein.
- Intervallskalenniveau: IQ-Werte lassen sich arithmetisch berechnen und in Standardabweichungen vom Mittelwert darstellen.
- Stabilität ab dem Alter von zehn Jahren: IQ-Tests derselben Person zeigen selbst im Abstand von mehreren Jahrzehnten eine hohe Übereinstimmung.
- Konstruktvalidität: Oberflächlich unterschiedliche Aufgaben, etwa auf Basis von Zahlen, Formen, oder Begriffen, hängen statistisch eng zusammen.
- Kriteriumsvalidität: Der IQ eines Menschen sagt den Schul-, Berufs- und Lebenserfolg besser vorher als andere psychologische Merkmale.

Auch wenn die Intelligenz als relativ feste, kognitive Grundausstattung gilt, ist sie durchaus erfahrungsabhängig. Bereits Kinder und Jugendliche haben eine Vielzahl von Anregungen erhalten, die ihre geistigen Anlagen mehr oder weniger gut zu entfalten halfen. Vorwissen und Übung mit entsprechenden Testszenarien wirken sich ebenfalls günstig auf den IQ aus.

Das Idealmodell der IQ-Verteilung



Der IQ gilt als normalverteilt über die Gesamtbevölkerung. Die meisten Menschen liegen nah der Mitte von 100, sehr hohe und sehr niedrige Werte sind selten. Innerhalb plus/minus einer Standardabweichung, also zwischen 85 und 115, liegen gut 68 Prozent aller IQ-Werte.

Ein Großteil der Skepsis, die IQ-Tests oft ernten, beruht auf der Vorstellung, sie würden dazu benutzt, um Menschen auf Basis eines genetisch fixierten Merkmals zu selektieren, etwa für bestimmte Schultypen oder Berufe. Einerseits ist es zwar richtig, dass der IQ eine ausgeprägte erbliche Komponente besitzt – was umso mehr in Gesellschaften gilt, in denen fast alle Bürger Zugang zu Bildung, gesunder Nahrung und medizinischer Versorgung haben. Und natürlich dient der IQ teils auch dazu, geeignete von weniger geeigneten Bewerbern etwa auf Studien- oder Arbeitsplätze auszuwählen. Das bedeutet jedoch weder, dass Intelligenz allein genetisch bedingt ist noch dass andere Talente keinerlei Rolle spielen. Kreativität, Empathie und Überzeugungskraft schlagen sich kaum im IQ nieder – sind aber für unser Zusammenleben und das persönliche Glück ebenfalls wichtig.

Seines wissenschaftlichen Klanges wegen wird das Label »IQ« immer wieder auf eine Vielzahl anderer Eigenschaften und Persönlichkeitsmerkmale übertragen, etwa auf die emotionale, soziale oder musische Intelligenz. Diese sind allerdings weit weniger gut erforscht und messbar als die kognitive Intelligenz eines Menschen. In den 1990er Jahren machte beispielsweise der US-amerikanische Pädagoge und Psychologe Howard Gardner (* 1943) mit seiner Theorie der »multiplen Intelligenzen« von sich reden. Er behauptete, auch künstlerische, kommunikative, spirituelle oder andere Gaben ließen sich analog zum IQ bestimmen. Ein solch inflationärer Gebrauch des Intelligenzbegriffs erscheint zwar vielen attraktiv, weil er jedem Menschen »seine individuelle Intelligenz« verheißt. In der Forschung erwies sich bislang jedoch kein anderes Persönlichkeitsmaß als ebenso stabil und aussagekräftig wie die kognitive Intelligenz.

KURZ ERKLÄRT:

ARBEITSGEDÄCHTNIS
Speicher von eng begrenzter Kapazität, der Informationen vorübergehend mental präsent hält. Gilt als wichtige Basis des generellen Intelligenzfaktors.

ERBLICHKEIT
Fast jede psychologische Eigenschaft ist sowohl genetisch als auch durch Umweltfaktoren bedingt. Hält man Letztere konstant, etwa indem man Probanden aus derselben Umwelt vergleicht, gewinnen die Gene automatisch an Bedeutung. Wie erblich Intelligenz ist, hängt also von der Stichprobe ab.

KORRELATION
Statistisches Maß zwischen –1 und 1, das angibt, wie sehr zwei Variablen miteinander variieren. Bei 0 besteht kein Zusammenhang, bei (–)1 ein perfekter. Die IQ-Werte einer Person bei wiederholter Messung korrelieren mit zirka 0,7 – was für die hohe Güte der Tests spricht.

▶ schickt sein können oder sich manche vielleicht durch eine mangelnde Impulskontrolle auszeichnen. Und natürlich gibt es auch im Sport oder in der Kunst bewundernswürdige Leistungen, die Intelligenztests nicht gut erfassen. Wer jedoch den Eindruck erweckt, die genannten Eigenschaften ließen sich mit der gleichen Güte und Verlässlichkeit messen und erlaubten ebenso gute oder sogar bessere Vorhersagen wie die Intelligenz, der betreibt Etikettenschwindel.

Kein anderes psychologisches Persönlichkeitsmerkmal steht annähernd auf so seriösen Grundlagen wie die Intelligenz. Es ist nicht verboten, weitere »Intelligenzen« auszurufen – allerdings sollten wir uns vor Trittbrettfahrern innerhalb und außerhalb der Psychologie hüten, die die kognitive Intelligenz als Deckmantel nutzen, um eigene, teils mit kommerziellen Interessen verbundene Ideen zu verbreiten.

Unter Laien wie Psychologen beliebt ist auch die Vorstellung, die Motivation von Menschen könne Leistungsunterschiede besser erklären als deren Intelligenz. Angela Duckworth von der University of Pennsylvania in Philadelphia betont beispielsweise, dass Ausdauer und Leidenschaft, englisch: »grit«, für den Lebenserfolg oft ausschlaggebender seien (siehe Gehirn&Geist 6/2018, S. 12). Ohne die Ergebnisse ihrer Studien anzuzweifeln, muss man deren Geltungsbereich jedoch einschränken. An Duckworths Untersuchungen nahmen überdurchschnittlich intelligente Schülerinnen und Schüler teil; die dadurch bedingte geringe Varianz der IQ-Unterschiede reduzierte naturgemäß auch den Einfluss der Intelligenz auf die Schulleistung. Diese wurde zudem durch eher einfache Kompetenzen wie Bruchrechnen oder Buchstabieren erfasst – Dinge, die für die Teilnehmer nicht übermäßig anspruchsvoll waren. Folglich können hier weniger intelligente Probanden, die jedoch fleißig üben, mit den intelligenteren gleichziehen. Daraus lässt sich nicht ableiten, Fleiß und Durchhaltevermögen seien wichtiger als Intelligenz, wenn es darum geht, größere Hürden in Ausbildung und Studium zu nehmen. Sobald schwierigere, abstrakte Konzepte ins Spiel kommen, machen sich Intelligenzunterschiede stärker bemerkbar.

Selbst unter Höchstbegabten mit einem IQ weit jenseits von 140 zeigte sich, dass IQ-Unterschiede den beruflichen Erfolg bestimmen. Das oberste Viertel dieser sehr intelligenten Probanden stand in einer Studie von Matthew Makel und Kollegen von der Duke University in Durham (USA) besser da als das unterste: Die Betreffenden hatten eher einen Doktortitel, hielten mehr Patente oder bekleideten häufiger Führungspositionen.

Bei Studierenden der Fächer Physik, Mathematik und Maschinenbau an der (als anspruchsvoll bekannten) Eidgenössischen Technischen Hochschule in Zürich beeinflusste der IQ ebenfalls stark die Prüfungsergebnisse nach dem ersten Studienjahr. Dies berichtete eine von uns (Stern) zusammen mit Michal Berkowitz 2018. Etwa ein Viertel der Untersuchten konnte als hochbegabt gelten, kaum ein Student hatte einen IQ unter 120. Die Botschaft aus beiden Studien lautet: Selbst bei eingeschränkter Varianz erklärt die Intelligenz Leistungsunterschiede auf anspruchsvollen Gebieten.

Motivation allein genügt nicht

Dies stellt die Bedeutung von Motivation und Ausdauer nicht grundsätzlich in Frage. Anspruchsvolle Inhalte können sich auch intelligente Menschen kaum nebenbei aneignen. Diszipliniertes Arbeiten, das oft mit dem Verzicht auf kurzfristige Belohnung einhergeht, ist dafür unabdingbar. Nur lässt sich mit Motivation allein eben nicht alles erreichen. Mit einem unterdurchschnittlichen IQ ist ein Physik- oder Mathematikstudium kaum zu bewältigen – Ansporn hin oder her. Idealerweise sollte daher jeder vor einer Ausbildungs- und Berufswahl wissen, welches Maß an Anstrengungsbereitschaft nötig ist, um das jeweilige Ziel zu erreichen.

Tatsächlich ist es weder sinnvoll noch wissenschaftlich haltbar, Motivation und Intelligenz als Konkurrenten zu betrachten. Es handelt sich um zwei Faktoren, die auf unterschiedliche Weise zu einer Leistung beitragen. Während die Intelligenz ein stabiles, situationsunabhängiges Merkmal darstellt, ist Motivation eher an den momentanen Zustand der Person und an die äußeren Umstände gebunden. Die oft zitierte Unterscheidung zwischen intrinsischer und extrinsischer Motivation – ob man etwas aus Liebe zur Sache oder für Belohnungen wie Geld oder Lob tut – stellt ein Kontinuum dar: Wer etwa eine Doktorarbeit um ihrer selbst willen

schreibt, muss dennoch über weite Strecken Dinge tun, die wenig motivierend sind. Sich trotzdem »aufzuraffen«, ist eine Kompetenz, die man erwerben kann und zu der Eltern sowie Lehrer beitragen können. Laut der Selbstbestimmungstheorie der Psychologen Edward Deci und Richard Ryan motiviert es Menschen, wenn sie ihre eigene Kompetenz, ihre Autonomie und soziale Anbindung erleben. Gelingt es Lehrern, dies bei der Gestaltung von Lerngelegenheiten zu berücksichtigen, steigt die Anstrengungsbereitschaft auch unter jenen Schülern, die »von sich aus« nicht übermäßig für ein Thema brennen.

Ein großer Irrtum mancher Lehrer besteht darin zu glauben, ihre Schülerinnen und Schüler seien nur dann zum Lernen bereit, wenn sie bereits mit hoher intrinsischer Motivation in den Unterricht kommen. Umgekehrt können Lehrer durch schlechten Unterricht viele positive Erwartungen zunichtemachen und Schüler mit hoher Lernbereitschaft vergraulen. Die Botschaft lautet also: Anders als Intelligenz ist Motivation kein überdauerndes Persönlichkeitsmerkmal, sondern beschreibt die kurzfristig beeinflussbare Handlungs- und Anstrengungsbereitschaft. Mehr oder weniger motiviert ist man nicht generell, sondern immer auf ein bestimmtes Ziel bezogen. Der Satz »Eva ist überdurchschnittlich intelligent« ist ohne weiteren Kontext sinnvoll, »Eva ist überdurchschnittlich motiviert« dagegen nicht.

Motivation und Anstrengungsbereitschaft beeinflussen unsere Ziele, unsere Entscheidungen und unser Verhalten. Dabei ist jede Entscheidung für etwas zugleich eine Entscheidung gegen etwas anderes. Hört man in der Vorlesung aufmerksam zu oder tippt auf dem Smartphone unter dem Tisch? Das hängt stark davon ab, ob man aus dem Vortrag für sich Gewinn ziehen kann. Natürlich spielt dabei die Qualität des Vortrags eine Rolle, aber auch die kognitiven Voraussetzungen des Zuhörers sind wichtig. Lässt sich das Gehörte an bestehendes Wissen anknüpfen, erweitert oder korrigiert es dieses? Hier machen sich unweigerlich Intelligenzunterschiede bemerkbar, denn intelligentere Menschen verfügen im Schnitt über mehr und über besser vernetztes Wissen als weniger intelligente. Und selbst wenn man kein detailliertes Wissen auf einem Gebiet hat, hilft Intelligenz dabei, Beziehungen herzustellen, die anderen entgehen.

Wer auf Grund fehlenden Wissens und niedriger Intelligenz nicht in der Lage ist, neues (wie auch immer es präsentiert wird) in vorhandenes Wissen zu integrieren, der wird kaum die nötige Motivation dafür aufbringen. Der Betreffende erlebt weder Kompetenzzuwachs noch Autonomie und fühlt sich im Lernkontext fremd. Um Menschen solche Erfahrungen zu ersparen, gilt es bei der Berufs- und Ausbildungswahl im Zweifel stärker die eigenen Fähigkeiten als die Interessen zu gewichten (siehe Literaturtipp unten).

Inzwischen erklären zahlreiche große Schul- und Unterrichtsstudien, wann und warum sich Schüler im Lernerfolg unterscheiden. Wichtig ist dabei die Qualität der Rückmeldung durch die Lehrenden sowie der Einsatz von geistig aktivierenden Lernformen, die die Schülerinnen und Schüler wirklich zum Nachdenken anregen. Doch gerade bei hoher Unterrichtsqualität zeigt sich konsistent: Individuelle Voraussetzungen wie Intelligenz und Vorwissen erklären die Unterschiede im Lerngewinn besser als der jeweilige Unterricht selbst. Das heißt, auch bei sehr gutem Unterricht wird ein Schüler mit ungünstigen Voraussetzungen sich zwar verbessern, jedoch nicht mehr dazulernen als ein Schüler mit besseren Voraussetzungen, aber schlechtem Unterricht. Die pädagogische Qualität bestimmt mit darüber, wie gewinnbringend Lernende ihre Intelligenz in den Erwerb von Kompetenzen investieren können. Lehrende haben ihren Job also gut gemacht, wenn alle etwas dazulernen. Nur sind gerade dann Leistungsunterschiede vor allem eine Frage der Intelligenz. ★

Lesen Sie ab S. 22 in diesem Heft, warum wir bei der alltäglichen Lebensgestaltung mehr auf unsere Gaben und Talente achten sollten als auf kurzlebige Interessen.

LITERATURTIPP

Neubauer, A.: Mach, was du kannst. DVA, München 2018
Wissenschaftlich fundiertes Plädoyer dafür, bei der Berufs- und Studienwahl kognitive Fähigkeiten stärker zu gewichten als Interessen

QUELLEN

Berkowitz, M., Stern, E.: Which Cognitive Abilities Make the Difference? Predicting Academic Achievements in Advanced STEM Studies. *In: Journal of Intelligence 6, 48, 2018*

Makel, M. et al.: When Lightning Strikes twice: Profoundly Gifted, Profoundly Accomplished. *In: Psychological Science 27, S. 1004–1018, 2016*

WEBLINK

Mehr zum Institut für Lehr- und Lernforschung: www.ifvll.ethz.ch

Weitere Quellen im Internet: www.spektrum.de/artikel/1623830

Werden wir immer klüger?



RICHVINTAGE / GETTY IMAGES / ISTOCK

Haben Sie auch eine Frage an unsere Experten?
Dann schreiben Sie mit dem Betreff »Gute Frage« an:
gehirn-und-geist@spektrum.de



UNSER EXPERTE KENNT DIE ANTWORT:

Jakob Pietschnig lehrt pädagogisch-psychologische Diagnostik an der Universität Duisburg-Essen. Er beschäftigt sich unter anderem mit der Frage, wie sich die Intelligenz in der Allgemeinbevölkerung entwickelt.

Zwei Dinge sind unendlich: das Universum und die menschliche Dummheit.« Diese Weisheit, die Albert Einstein zugeschrieben wird, scheint sich im Alltag manches Mal zu bestätigen. Wie aber haben sich die geistigen Fähigkeiten der Menschen in den vergangenen Jahrzehnten tatsächlich entwickelt?

Zahlreiche Untersuchungen lassen aufatmen: Über die letzten gut 100 Jahre hinweg zeigte sich weltweit ein positiver Trend. Von 1909 bis 2013 nahmen die kognitiven Fähigkeiten der Weltbevölkerung pro Jahrzehnt um geschätzte vier IQ-Punkte zu – jedenfalls in Bezug auf die so genannte fluide Intelligenz, die das logische Schlussfolgern einschließt. Beim erlernten Wissen über die Welt, das Fachleute als kristalline Intelligenz kennen, belief sich der Anstieg immerhin noch auf zwei Punkte. Dieses Phänomen wird auch als »Flynn-Effekt« bezeichnet, benannt nach dem US-amerikanischen Politikwissenschaftler James Flynn, der es erstmals beschrieb.

Ein durchschnittlich intelligenter Mensch Anfang des 21. Jahrhunderts würde somit wohl höhere Testwerte erzielen als sein Vorfahr zu Beginn des 20. Jahrhunderts. Auf der IQ-Skala schneiden wir laut einigen Studien heute sogar um ganze zwei Standardabweichungen besser ab als frühere Generationen. Das entspräche in etwa dem Unterschied zwischen einem durchschnittlich Intelligenten und einem Hochbegabten.

Doch heißt das, beinahe jeder mittelmäßig Begabte von heute wäre Anfang des 20. Jahrhunderts als hochbegabt durchgegangen? Vermutlich nicht. Vielmehr dürften wir uns im Lauf der Zeit geistig stärker spezialisiert haben. Offenbar betrifft die kollektive Verbesserung nämlich nicht so sehr jene globalen kognitiven Fähigkeiten, die man für jede Art von Intelligenzleistung benötigt – den so genannten g-Faktor –, sondern hat eher auf spezifischen Domänen wie zum Beispiel dem Sprachverständnis oder der Wortflüssigkeit stattgefunden.

Empirische Arbeiten offenbarten zudem, dass die verbesserte Ernährungssituation und die medizinische Versorgung vor allem von Kindern sowie eine deutlich längere Schulzeit hinter dem Flynn-Effekt stecken. Auch die wachsende Bedeutung und Belohnung von intelligentem Verhalten im Alltag dürfte eine Rolle spielen. Allerdings werfen diese Erkenntnisse die Frage auf, ob der Aufwärtstrend beliebig lange fortdauert.

Forschern zufolge haben sich die Intelligenzzuwächse in den hoch industrialisierten Staaten bereits seit den 1980er Jahren verlangsamt. Neueste Untersuchungen legen nahe, dass der Flynn-Effekt in etlichen Ländern stagniert oder sich sogar umkehrt. Tatsächlich gibt es Hinweise auf einen Stillstand in Norwegen und Schweden sowie auf eine Abnahme des Durchschnitts-IQ unter Dänen, Deutschen, Finnen, Franzosen und Österreichern. Das liegt wohl zum einen daran, dass weite Teile der Bevölkerung bereits optimal mit Nahrung und Bildung versorgt sind, so dass hier schlicht keine Luft nach oben mehr bleibt. Zum anderen kehrt sich der Flynn-Effekt anscheinend um, wenn wir auf bestimmten Feldern nichts mehr dazulernen, sondern unsere Fähigkeiten etwa auf Grund des digitalen Wandels zum Beispiel in Bereichen wie der räumlichen Orientierung vernachlässigen.

Ist also das Ende der Fahnenstange erreicht? Die vorliegenden Daten lassen diesen Schluss kaum zu. Sie zeigen jedoch, dass die IQ-Entwicklung von den Anforderungen abhängt, die die Umwelt an unseren Geist stellt. Hoch spezialisierte Kompetenzen gewinnen vermutlich weiter an Bedeutung, während das Generalistentum ausstirbt. Oder um es mit dem Bonmot des US-Ökonomen Herbert Stein zu sagen: »Wenn etwas nicht ewig weitergehen kann, hört es irgendwann auf.« ★

QUELLEN

Pietschnig, J., Gittler, G.: A Reversal of the Flynn Effect for Spatial Perception in German-Speaking Countries: Evidence from a Cross-Temporal IRT-Based Meta-Analysis (1977–2014). *In: Intelligence 53, S. 145–153, 2015*

Pietschnig, J., Voracek, M.: One Century of Global IQ Gains: A Formal Meta-Analysis of the Flynn Effect (1909–2013). *In: Perspectives on Psychological Science 10, S. 282–306, 2015*

BERUFSWAHL In Deutschland gibt es rund 10 000 Bachelor-Studiengänge und mehr als 300 Ausbildungsberufe. Wie kann man herausfinden, was zu einem passt?

Schulabschluss – und dann?

VON JOACHIM RETZBACH



EXTREME-PHOTOGRAPHER / GETTY IMAGES / ISTOCK



EXTREME-PHOTOGRAPHER / GETTY IMAGES / ISTOCK

Auf einen Blick: Was will ich, was kann ich – und was ist mir wichtig?

1 Bei der Berufswahl gilt es zwischen Interessen oder Neigungen, den eigenen Stärken und den persönlichen Werten abzuwägen – sie alle sind wichtig für die Orientierung.

2 Die Forschung zeigt, dass Selbsttests im Internet die persönliche Beratung nicht ersetzen. Sie liefern aber Hinweise für die Suche nach weiteren Informationen.

3 Karrieren folgen heutzutage oft verschlungenen Pfaden. Daher muss man sich mit der Entscheidung für eine Ausbildung oder ein Studium nicht fürs Leben festlegen.

Wenn seine Frau unterwegs zur Arbeit ist und für die drei Kinder Schule und Kindergarten begonnen haben, macht sich Felix Bohne erst mal einen Kaffee. Dann sucht er im Internet nach ausgedienten Industrie- und Werkstattmöbeln: Lampen, Hockern, Stühlen und Schränken. Oder er geht direkt in seine Werkstatt unter der Wohnung und fängt an, eines der alten Stücke aus Holz und Metall mit Stahlbürste, Schleifer und Pinsel zu bearbeiten. Um 16 Uhr kommen die Kinder nach Hause. So geht das drei Tage die Woche. Von Donnerstag bis Samstag verkauft er die aufgearbeiteten Raritäten in seinem Laden »Dr. Bohne« im Stuttgarter Lehenviertel, während seine Frau die Kinderbetreuung übernimmt.

Was wohl nur wenige Käufer ahnen: Der Name des Geschäfts ist kein Scherz – Bohne ist promovierter Biologe. Nach seiner Doktorarbeit und einigen Jahren als Laborleiter kehrte er 2015 der Wissenschaft den Rücken. »Heute weiß ich, dass das für mich genau die richtige Art ist, um zu leben und zu arbeiten«, sagt Bohne.

Die Metamorphose vom Naturwissenschaftler zum Möbelrestaurator wirkt ungewöhnlich. Dass Erwachsene ihren einmal gelernten Beruf wechseln, ist jedoch in Deutschland weit verbreitet. So ergab eine Studie des Bundesinstituts für Berufsbildung und der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, dass nur die Hälfte der Menschen, die eine Berufsausbildung gemacht haben, vier Jahre später noch ihrer gelernten Tätigkeit nachgehen. Während die Mehrheit der Umsteiger eine verwandte Arbeit sucht, ergreift ein Drittel sogar einen komplett neuen Beruf. Die Bundesagentur für Arbeit begleitet jedes Jahr rund 45 000 Umschulungen – vom Zimmermann zum Kaufmann, von der Küchenhilfe zur Buchhalterin, vom Tontechniker zum Erzieher. Und auch wer ein Studium beginnt, kann mit der Entscheidung danebenliegen: Einer von drei Studenten, die ein Bachelor-Studium beginnen, bringt es nicht zu Ende.

Angesichts dieser Zahlen stellt sich die Frage: Wie können Schulabgänger erkennen, was das Richtige für sie ist? Haben sie überhaupt schon genug Einsicht, um ihre Fähigkeiten korrekt einzuschätzen? Und woran merken sie, ob sie die falsche Wahl getroffen haben?

Felix Bohne hat nach dem Abitur zwischen Jura und Biologie geschwankt und sich für beides beworben. Weil er noch Wartesemester sammeln musste, begann er eine Ausbildung zum Schreiner, die er jedoch abbrach, als er einen Studienplatz in Biologie in Konstanz bekam. »Ich wusste nicht wirklich, was mich im Studium erwartet«, sagt Bohne. Aber das Fach liegt ihm. Sein Diplom und die anschließende Promotion über Hepatitis-B-Viren gehen reibungslos vonstatten. Als Postdoc arbeitet er anschließend mit einem Stipendium der Deutschen Forschungsgemeinschaft in Barcelona, wo er in einer internationalen Arbeitsgruppe die Verträglichkeit von Lebertransplantationen untersucht. »Diese Zeit war phänomenal«, erinnert sich Bohne.

Verunsicherung ist ganz normal

Die Berufsfindung ist immer ein komplexer Prozess, der sich über die ganze Kindheit und Jugend erstreckt. Vorbilder, Informationen aus den Medien und aus dem Schulunterricht fließen ebenso ein wie Ratschläge und Erwartungen von Freunden, Eltern und Verwandten. Neben der Unübersichtlichkeit der Entscheidung ist dabei oft die Vorstellung belastend, eine grundlegende Weichenstellung fürs restliche Leben vorzunehmen.

Die Forschung zeigt: Es gibt dabei verschiedene Arten von Unsicherheit. Eine ist die »entwicklungsbedingte Unentschlossenheit«, erklärt der Psychologe Andreas Hirschi von der Universität Bern. Sie befalle häufig Schüler, die bis zum Schulabgang noch ein wenig Zeit haben, und wachse sich üblicherweise von selbst aus. Etwas anderes ist Hirschi zufolge die »chronische Unentschlossenheit«. Wer davon betroffen ist, denkt zwar viel über sich selbst nach und informiert sich, kommt aber trotzdem zu keinem Ergebnis. Laut einer Studie von Hirschi und seinen Kollegen aus dem Jahr 2015 geht diese hartnäckige Entscheidungsschwäche tendenziell mit Persönlichkeitseigenschaften wie einer geringen Selbstachtung sowie mit Stimmungsschwankungen einher; sie macht auf lange Sicht unglücklich.



UNSER AUTOR

Joachim Retzbach ist promovierter Psychologe und Wissenschaftsjournalist. Er arbeitet als freier Autor und als Forschungsredakteur für das Portal »Wissenschaftskommunikation.de«.

Was also tun, wenn man an den Punkt kommt, über den weiteren Berufsweg nachdenken zu müssen? Grundsätzlich kommt es Hirschi zufolge auf zwei Dinge an: eine ausführliche Selbstreflexion – die durch psychologische Tests unterstützt werden kann – und das Wissen darum, welche Berufs- und Studienangebote es überhaupt gibt. »Zentral sind dabei Interessen, also die Frage: ›Womit beschäftige ich mich gerne?‹, sowie persönliche Stärken, also: ›Was fällt mir leicht?‹« Daneben spielten Werte und Bedürfnisse eine Rolle, so Hirschi.

Den Begriff »Talent« dagegen versucht der Psychologe zu vermeiden. Denn dabei schwinge die Idee mit, dass unsere Fähigkeiten zum Großteil angeboren seien. Stärken können dagegen sowohl in die Wiege gelegt als auch hart erarbeitet sein. »Meist ist es eine Kombination von beidem«, erläutert Hirschi. »Manche Dinge fallen uns von Natur aus leichter. Und das sind oft auch die Fähigkeiten, die wir im Lauf des Lebens immer weiterentwickeln.«

Vor allem wenn es um berufliche Neigungen und Interessen geht, sollen Fragebogen bei der Selbstfindung helfen. Das Angebot dazu ist schwer überschaubar. Hirschi rät, stets zu fragen: Ist ein Test wissenschaftlich untersucht? Erfüllt er die grundlegenden psychologischen Gütekriterien? Schaut man genauer hin, offenbaren sich die Grenzen nahezu aller Verfahren. Bei der Reliabilität, einem der wichtigsten Gütekriterien, schneiden viele Tests noch gut ab. Sie bedeutet, grob gesagt, dass bei zweimaliger Bearbeitung durch dieselbe Person dasselbe Ergebnis herauskommen muss. Ein Fragebogen, der montags einem Schüler das Bäckerhandwerk nahelegt, ihm donnerstags aber eine Banklehre als Berufsziel vorschlägt, wäre offensichtlich unbrauchbar.

Schwieriger wird es hingegen bei der Validität. Mit »prognostischer Validität« etwa bezeichnen Forscher die Vorhersagekraft eines Tests, also wie treffsicher er Resultate in der Zukunft voraussagt. Nur für wenige Fragebogen existieren jedoch echte Langzeitstudien, die prüfen, ob ein Berufswahltest auch auf lange Sicht richtiglag. Und wenn, umfassen solche Studien meist lediglich einen Zeitraum von wenigen Jahren – für eine Wahl, die das gesamte Berufsleben prägen kann, ein eher überschaubarer Rahmen.



SILICYA ROTH; MIT FRDL. GEN. VON FELIX BOHNE

Felix Bohne arbeitet alte Industriemöbel auf und verkauft sie in seinem Stuttgarter Laden. Dafür hat der promovierte Biologe seinen Job in der Forschung aufgegeben, bei dem er ein Labor leitete.



FRANK GÜNTHER; MIT FRDL. GEN. VON FELIX BOHNE

Einer der bekanntesten in Deutschland eingesetzten Fragebogen ist der »Berufs-Interessen-Test II« (abgekürzt »BIT-II«). Die Teilnehmer wählen wiederholt aus einer Reihe von beruflichen Tätigkeiten aus, welche davon sie am liebsten ausführen würden. So wird ihre Neigung zu einer von neun Interessengruppen festgestellt – etwa »technisches Handwerk«, »gestaltendes Handwerk« oder »kaufmännische Berufe«. Die erste Version des Tests entwickelte der Sozialpsychologe Martin Irle (1927–2013) bereits in den 1950er Jahren. Gemeinsam mit seinem Doktoranden, dem heutigen Unternehmensberater Wolfgang Allehoff, stellte er 1984 die überarbeitete Fassung vor.

Langfristige Evaluation ist selten

Als im Jahr 2016 ein Team von Psychologen, dem auch Allehoff angehörte, den BIT-II einer leichten sprachlichen Überarbeitung unterzog und die neue Version (»BIT-II-A«) rund 370 Schülern vorlegte, fanden sie deutliche Übereinstimmungen zwischen den ermittelten Interessengruppen und den beliebtesten Schulfächern sowie Freizeitbeschäftigungen der Probanden. Die Forscher wiesen aber auch darauf hin, dass Berufe, die erst in den vergangenen 30 Jahren entstanden sind, derzeit keinen Platz im Kategoriensystem hätten, weshalb weitere Überarbeitungen nötig seien. Langfristig angelegte Evaluationsstudien fehlen ebenfalls.

Noch bekannter ist das international weit verbreitete RIASEC-Modell, das der Psychologe John Holland (1919–2008) im Lauf seiner Karriere über einen Zeitraum von vier Jahrzehnten entwickelte. Es besteht aus sechs Interessensdimensionen, die Holland zufolge zu dem Profil eines Jobs passen müssen, das wiederum auf denselben Dimensionen angegeben wird (siehe »Das RIASEC-Modell«, unten).

Das RIASEC-Modell wurde in Hunderten von Studien eingesetzt und ist damit die am besten untersuchte Theorie über berufliche Interessen. Viele Ergebnisse zeigen, dass die Passung von Interessen- und Tätigkeitsprofil zumindest teilweise voraussagt, wie zufrieden Menschen mit einem aufgenommenen Studium oder Job sind. Doch an dem ubiquitären Modell gibt es auch Kritik: So ist die Vorstellung, dass bestimmte Interessen miteinander verwandt sind, andere sich aber eher widersprechen, wohl nicht haltbar. Das zeigt ein Blick auf Berufe, die scheinbar Widersprüchliches vereinen – etwa Kulturmanagement.

Andreas Hirschi stört am RIASEC-Modell, genau wie an vielen anderen Betrachtungen der beruflichen Interessen, vor allem der statische Ansatz. Neigungen und Vorlieben bleiben, zumindest laut der ursprünglichen Theorie von Holland, ein Leben lang gleich. »Das ist natürlich unwahrscheinlich – unsere Interessen entwickeln sich über das ganze Berufsleben weiter«, meint Hirschi.

Der Psychologe Aljoscha Neubauer von der Universität Graz bricht in seinem Buch »Mach, was du kannst« eine Lanze dafür, Interessen bei der Berufswahl ohnehin nicht zu wichtig zu nehmen. Viel zu oft werde nicht danach gefragt, wo die eigenen Kompetenzen liegen, was zu Frustration führe, so Neubauer. Vor allem wer ambitionierte Karriereziele hegt, solle unbedingt herausfinden, worin er wirklich gut ist – und sich einen Beruf suchen, in dem er diese Stärken ausspielen kann.

Der Haken ist allerdings: Unsere Fähigkeiten können wir nicht so zuverlässig einschätzen wie das, was uns Spaß macht. Das gilt vor allem für Jugendliche, wie eine Studie von Neubauer aus dem Jahr 2018 zeigt. Besonders schlecht konnten Schüler ihre sprachlichen Fertigkeiten und ihr räumliches Denken beurteilen, bei der Kreativität und den sozialen Fähigkeiten sah es schon etwas besser aus. Für die Berufswahl ist das ein Problem: Menschen, die keine Erfahrung mit der Arbeitswelt haben, wissen meist nicht, was sie gut können und was nicht. Das ist einer der Gründe, warum Schulen Berufspraktika anbieten. Wichtig sei dabei aber, nicht

Das RIASEC-Modell

Nach einem in den 1970er Jahren von dem US-amerikanischen Psychologen John Holland vorgeschlagenen Modell lassen sich berufliche Neigungen auf sechs Dimensionen darstellen. »Realistic«: Interesse an konkreter, physischer Aktivität, zum Beispiel handwerkliche oder technische Berufe. »Investigative«: Interesse am Lösen von Problem und Forschen. »Artistic«: Interesse an künstlerischen, kreativen und wenig strukturierten Tätigkeiten. »Social«: Interesse an Berufen mit sozialer Verantwortung wie Pädagoge, Psychologe oder Berater. »Enterprising«: Interesse an Unternehmertum und Führung von Mitarbeitern, etwa in Handel und Verkauf. »Conventional«: Interesse an traditionellen, strukturierten Tätigkeiten wie beispielsweise Buchhaltung, Bankwesen oder Statistik.

Für Personen und auch für Berufe lassen sich jeweils die drei vorherrschenden Typen ermitteln. Eine hohe Passung zwischen Persönlichkeit und beruflichen Anforderungen liefert Hinweise auf die spätere Studien- oder Jobzufriedenheit. Gegen das Modell wird vorgebracht, dass die Interessen eines Menschen nicht ein Leben lang stabil sein müssen und bei manchen sehr breit gefächert sind. Zudem sei die Zuordnung vieler Berufe zu den Dimensionen oft nicht trennscharf möglich.

von der Erfahrung in einem speziellen Betrieb auf den Beruf allgemein zu schließen, sagt Andreas Hirschi.

Auf die Frage, ob nun Interessen oder Stärken wichtiger sind, gibt es dem Psychologen zufolge keine klare Antwort. *Nur* auf die eigenen Fähigkeiten zu schielen, greife jedoch in jedem Fall zu kurz. »Vielleicht kann jemand gut mit Zahlen umgehen und hat einen genauen Blick, möchte aber trotzdem nicht Buchhalter werden. Das ist dann auch okay«, so Hirschi.

Eine naheliegende Anlaufstelle, wenn es um die berufliche Orientierung geht, sind die Arbeitsagenturen, die vor Kurzem ihr digitales Angebot modernisiert haben. Herzstück ist das »Selbsterkundungstool«, das die Bundesagentur seit Mitte 2018 auf ihrer Website anbietet – die vollständige Bearbeitung dauert rund zwei Stunden. Für berufliche Interessen kommt hier ebenfalls das RIASEC-Modell zum Einsatz. In weiteren Modulen werden zudem Fähigkeiten getestet wie mathematisches Verständnis, räumliche Vorstellungskraft oder logisches Denken. Hinzu kommen Fragen, die soziale Kompetenzen erfassen, etwa Stressresistenz, Einfühlungsvermögen und Konfliktfähigkeit, sowie die berufliche Motivation. Am Ende steht eine Liste von Jobs oder Studiengängen, die zum Profil des Teilnehmers passen.

Onlinetests geben nur Hinweise

Selbsttests – und seien sie noch so umfangreich und wissenschaftlich fundiert – können Menschen die Entscheidung jedoch nie abnehmen. Die Bundesagentur für Arbeit etwa empfiehlt, das Selbsterkundungstool mit der kostenlosen Berufsberatung vor Ort zu verknüpfen. Das Ergebnis des Tests liefere lediglich Hinweise darauf, mit welchen Studiengängen oder Ausbildungen es sich näher auseinanderzusetzen lohnt. Das lässt sich wiederum in die persönliche Beratung integrieren.

Aktuelle Forschungsergebnisse sprechen ebenfalls dafür, sich nicht nur auf digitale Entscheidungshilfen zu verlassen. Ein Team um die Psychologin Susan Whiston von der Indiana University wertete 2017 in einer Metaanalyse die Effektivität verschiedener Verfahren zur Berufsfindung aus. Die persönliche Unterstützung durch einen Berater stellte sich dabei als der wichtigste Faktor dafür heraus, ob die Untersuchten mit ihrer Entscheidung und ihrem Karriereweg zufrieden waren.

Auf Platz zwei in Whistons Übersichtsarbeit folgte die Klärung persönlicher Werte. Das heißt, Schulabgänger sollten sich die Frage stellen, an welchen grundlegenden Leitsätzen und Zielen sie ihr Leben ausrichten wollen. Darunter fallen zum Beispiel die viel beschworene Work-Life-Balance oder der Wunsch, etwas Bedeutsames für die Gesellschaft zu leisten.

Ob es wirklich stimmt, dass Arbeitnehmer immer häufiger die Sinnfrage stellen – wie es den nach 1980 Geborenen, auch als Generationen Y und Z bezeichnet, nachgesagt wird –, ist dagegen umstritten. Ein solcher Generationeneffekt werde zwar oft herbeigeschrieben, sei aber nicht mit harten Zahlen belegbar, sagt Andreas Hirschi. Es gab demnach immer schon Leute, die »etwas Sinnvolles« tun möchten, und andere, die eher die finanzielle Absicherung im Blick haben. Häufig sei jedoch im Leben des Einzelnen eine Entwicklung zu beobachten: Wenn Menschen älter werden, wird es ihnen oft wichtiger, etwas zu tun, was ihren Wertvorstellungen entspricht. »Die Jüngeren dagegen wollen sich meist erst einmal etwas aufbauen, an ihren Referenzen und der Karriere arbeiten. Dafür stellen sie auch mal persönliche Wünsche hintan«, so Hirschi.

Davon abgesehen zeigt die Forschung jedoch, dass es dem Lebensglück nicht zwangsläufig zuträglich ist, Erfüllung in der beruflichen Tätigkeit zu suchen. Stattdessen überhöht man dadurch womöglich die Ansprüche an die eigene Jobwahl. »Es ist natürlich schön, wenn man etwas macht, was einem sinnvoll vorkommt«, sagt Hirschi. »Aber das Leben besteht ja nicht nur aus Arbeit. Man kann auch in anderen Lebensbereichen erfüllenden Beschäftigungen nachgehen.«

Gibt es allerdings eine Tätigkeit, zu der sich ein Jugendlicher berufen fühlt, hat das unbestreitbar Vorteile: Er ist dann entschiedener in seiner Berufswahl und hat größeres Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten. Der Zusammenhang mit der Lebenszufriedenheit ist dagegen nicht so eindeutig, wie eine Untersuchung zeigt, die Hirschi und seine Kollegin Anne Herrmann von der Hochschule für Angewandte Psychologie in Olten (Schweiz) 2012 vorgestellt haben. Nur wenn aus der Berufung eine stärkere »berufliche Identität« erwächst, so die Erkenntnis, steigt mit ihr das Lebensglück. Darunter verstehen die Forscher, wie gut man sich über seine beruflichen Präferenzen, Interessen und Fähigkeiten im Klaren ist. Zudem, das zeigt eine Studie von Hirschi aus dem Jahr 2018, entscheiden die Möglichkeiten und Ressourcen am jeweiligen Arbeitsplatz darüber, ob man das Gefühl hat, seine Berufung wirklich ausleben zu können.

Doch selbst wenn es gelingt, die Leidenschaft zum Beruf zu machen, muss keineswegs alles rosig sein. Untersuchungen belegen: Menschen, die ihre Tätigkeit als Berufung erleben, sind eher bereit, schlechtere Rahmenbedingungen wie ein niedriges Gehalt und viele Überstunden in Kauf zu nehmen, als Menschen, die eine nüchterne Beziehung zu ihrer Arbeit haben. Ganz ungünstig ist es Studien zufolge schließlich, wenn man

> **»Eine Ausbildung oder auch ein Studium ist erst mal nur der erste Schritt ins Berufsleben«**
>
> *Saskia Köhler, Berufsberaterin*

glaubt, eine berufliche Bestimmung zu haben, diese aber erst noch finden zu müssen: Das geht mit Zaudern und Unzufriedenheit mit der Berufswahl einher.

Und wie steht es mit einem Jobwechsel? Wann merkt man, dass man wirklich etwas anderes machen muss? »Bei mir ging das am Ende sehr schnell«, erinnert sich Felix Bohne. Zurück in Deutschland, leitet er als Senior Postdoc eine eigene Arbeitsgruppe. Je weiter man aufsteigt, desto eher muss man aber Management betreiben, statt inhaltlich zu arbeiten: Drittmittel einwerben, Verträge aushandeln, Mitarbeiter führen. »Das war einfach nicht, was ich machen wollte«, sagt Bohne. Mit einer Professur – dem nächsten logischen Karriereschritt – hätte sich all das noch verschlimmert.

»Dann dachte ich plötzlich: Das war's«

Zeit für sein Privatleben und die mittlerweile drei Kinder bleibt noch weniger als vorher. Wenn er abends nach Hause kommt, ist er oft genervt von der Arbeit. 2014 verbringt er dann einen Urlaub – den ersten seit langer Zeit – fast komplett vor dem Computer, weil es bei einem Projekt brennt. Zwischen ihm und einflussreichen Kollegen knirscht es bei einem gemeinsamen Antrag, eine wichtige Sitzung kurz vor Weihnachten eskaliert. »Dann dachte ich plötzlich: Das war's.«

Es folgten der Umzug ins heimische Stuttgart und verschiedene Ideen für den Neustart. Dass er mit dem Tischlern wieder begonnen hat, ergab sich dabei eher zufällig. »Ich hatte angefangen, ein paar alte Werkstattmöbel aufzuarbeiten, und wollte sie im Internet verkaufen. Da wurde das Ladengeschäft unten im Haus frei – früher war das mal der Elektroladen meiner Oma«, erzählt Bohne. So kam eins zum anderen. Mittlerweile ist das Geschäft profitabel.

Den Schritt habe er nie bereut, sagt Bohne. »Ich habe auch glückliche Jahre in der biologischen Forschung zugebracht, und vielleicht wäre alles anders gekommen, wenn ich hier oder da eine andere Entscheidung getroffen hätte.« Am Ende sei es jedoch genau das Richtige für ihn gewesen, zu wechseln.

»Lebenswege verändern sich, berufliche Ziele verändern sich, und Umwege müssen erlaubt sein«, meint die Psychologin Mechthild Treziak-König von der Bundesagentur für Arbeit. Wenn jemand sagt: »Ich bin im falschen Beruf«, liege es häufig aber nur an der konkreten Konstellation, in der jemand tätig sei. Also etwa, dass der Arbeitgeber, die Kollegen, die konkreten Herausforderungen oder Entwicklungsmöglichkeiten nicht den eigenen Vorstellungen entsprächen. Mit Fortbildungen und Jobwechseln könne man oft schon die Lebenssituation verändern, ohne ganz von vorn anfangen zu müssen, so Treziak-König.

Für den radikalen Neuanfang – ob Studium, Ausbildung oder Job – gibt es theoretisch keine Altersgrenze. Praktisch hat man ab einem gewissen Alter mehr Mühe, umzusatteln. »Wer mit 50 etwas Neues anfängt, wird komisch angeschaut – leider«, sagt Hirschi. »Da gibt es noch starke Normvorstellungen.« Allerdings geht der Psychologe davon aus, dass sich das demnächst ändern wird, da die Menschen immer länger arbeiten. Wer mit 45 eine Umschulung macht, kann bald davon ausgehen, im neuen Beruf 20 weitere Arbeitsjahre zu verbringen. Prinzipiell laufe der Entscheidungsprozess ähnlich ab wie bei der Berufswahl in jungen Jahren, erklärt Hirschi. Es geht also darum, sich zu überlegen: Was interessiert mich, was kann ich, was ist mir wichtig – und welche Möglichkeiten gibt es überhaupt?

Berufliche Veränderungen passieren und sind ein Stück weit Normalität. Das versuchen auch die Berufsberater in den Arbeitsagenturen den Jugendlichen zu vermitteln, die Angst vor dieser wichtigen Entscheidung haben. »Eine Ausbildung oder ein Studium ist erst mal nur der erste Schritt ins Berufsleben«, sagt Saskia Köhler von der Agentur für Arbeit in Oldenburg-Wilhelmshaven. Tatsächlich seien sogar viele ihrer Kollegen, die als Berufsberater in den Arbeitsagenturen tätig sind, dafür die perfekten Beispiele: Viele von ihnen haben etwas ganz anderes gearbeitet, bevor sie in ihrem jetzigen Beruf landeten. »Klar ist es eine wichtige Entscheidung, die das ganze Leben beeinflusst«, sagt Köhler. »Aber danach kommt noch ganz, ganz viel.« ★

QUELLEN

Hirschi, A. et al.: Living one's Calling: Job Resources as a Link between Having and Living a Calling. *In: Journal of Vocational Behavior 106, S. 1–10, 2018*

Neubauer, A. C. et al.: The Self–Other Knowledge Asymmetry in Cognitive Intelligence, Emotional Intelligence, and Creativity. *In: Heliyon 4, e01061, 2018*

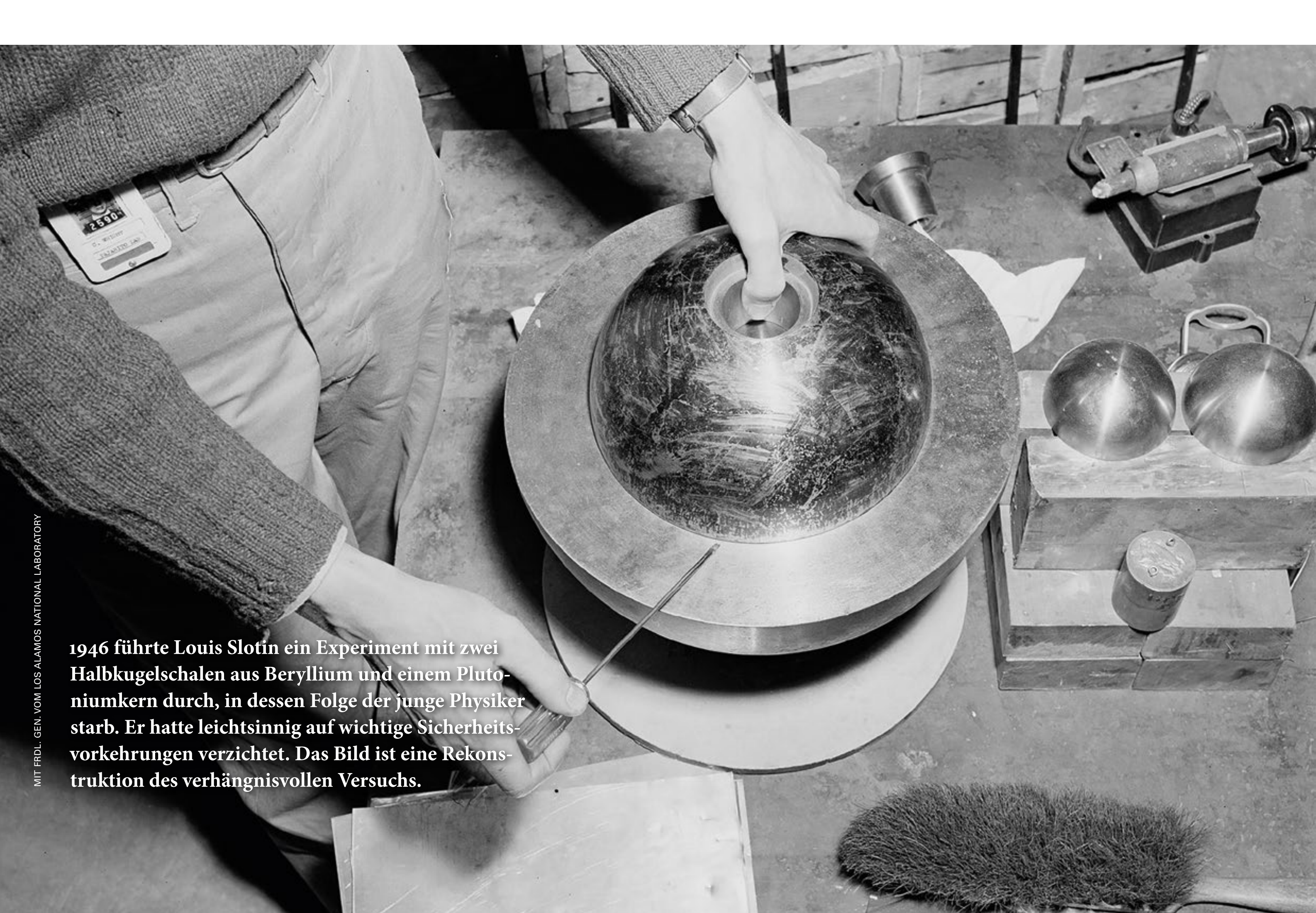
Whiston, S. C. et al.: Effectiveness of Career Choice Interventions: A Meta-Analytic Replication and Extension. *In: Journal of Vocational Behavior 100, S. 175–184, 2017*

Weitere Quellen im Internet: www.spektrum.de/artikel/1623832

SELBSTTÄUSCHUNG Wir überschätzen unser Wissen systematisch – eine Illusion mit vielen guten Seiten, die uns Selbstvertrauen und Wagemut schenkt.

Wir wissen viel weniger, als wir glauben

VON STEVEN SLOMAN UND PHILIP FERNBACH



1946 führte Louis Slotin ein Experiment mit zwei Halbkugelschalen aus Beryllium und einem Plutoniumkern durch, in dessen Folge der junge Physiker starb. Er hatte leichtsinnig auf wichtige Sicherheitsvorkehrungen verzichtet. Das Bild ist eine Rekonstruktion des verhängnisvollen Versuchs.



Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen gekürzten und bearbeiteten Auszug aus dem neuen Buch von Steven Sloman und Philip Fernbach »Wir denken, also bin ich: Über Wissen und Wissensillusionen«, das im Februar bei Beltz erschienen ist.

Acht Männer befanden sich im Werkraum des Laboratoriums des damals hochgeheimen Kernforschungszentrums Los Alamos, als ein junger Physiker namens Louis Slotin dort 1946 ein riskantes Experiment durchführte, das der später weltberühmte Physiker Richard Feynman als »den Drachen am Schwanz kitzeln« bezeichnete. Slotin hatte im Jahr zuvor den Kern der ersten Atombombe, der Hiroshima-Bombe, montiert. Nun wollte er seinen Kollegen zeigen, wie sich Plutonium verhält, wenn man es mit dem Leichtmetall Beryllium zusammenbringt. Plutonium ist die wichtigste radioaktive Substanz in Atombomben. Slotin hatte vor, zwei Halbkugelschalen aus Beryllium, die um einen Plutoniumkern angeordnet waren, so dicht zusammenzubringen, dass eine Kettenreaktion ausgelöst würde. Beryllium reflektiert die Neutronen und verstärkt so die Kettenreaktion.

Es handelte sich allerdings um ein gewagtes Experiment. Falls die beiden Halbkugelschalen einander zu nahe kämen, konnte es zu einer unkontrollierten Kettenreaktion und damit zum Austritt von Strahlung kommen. Der damals 36-jährige Slotin war zwar ein erfahrener Experimentator, aber zum Auseinanderhalten der beiden Berylliumschalen verwendete er nur seine linke Hand, welche die eine Halbschale mittels eines Daumenlochs im Griff hatte, und einen Schraubenzieher in der rechten Hand, mit dessen Hilfe er die beiden Schalen noch auf Abstand hielt. Dabei rutschte der Schraubenzieher aus Versehen aus dem Spalt, die beiden Halbschalen krachten aufeinander, wodurch prompt eine überkritische Reaktion ausgelöst wurde.

Die acht Physiker im Raum wurden mit einer gefährlich hohen Strahlendosis verseucht. Slotin hatte zwar auf Grund eines Hitzestoßes die linke Hand unwillkürlich nach oben gerissen und die beiden Berylliumschalen wieder getrennt und dadurch auch die Kettenreaktion beendet. Aber er hatte die mit Abstand höchste Strahlendosis abbekommen und starb neun Tage später im Krankenhaus. Die übrigen Anwesenden konnte sich zunächst von der Strahlenkrankheit wieder erholen, doch einige starben recht jung an Krebs oder anderen Krankheiten, die vermutlich durch die Strahlenverseuchung ausgelöst wurden. Wie konnten so kluge und erfahrene Leute sich so dämlich anstellen?

Natürlich kommt es immer wieder zu Unfällen, das ist der Lauf der Welt. Jeder hat sich schon einmal aus Versehen in den Finger geschnitten oder die Hand in der Autotür eingeklemmt. Aber man würde doch annehmen, dass eine Gruppe von erfahrenen Experimentalphysikern über geeignetere Vorsichtsmaßnahmen verfügt als einen Schraubenzieher in der Hand, um sich vor tödlicher nuklearer Strahlung zu schützen. Slotins Kollegen sagten hinterher aus, dass es im Labor geeignete Sicherheitsvorkehrungen gab, die Slotin durchaus kannte. So wurden normalerweise Distanzstücke angebracht, die die Berührung der Halbkugeln verhindern, und es gab eine Mechanik auf Schienen, mit der man das Beryllium langsam an das Plutonium heranschob. Warum war Slotin so leichtsinnig?

Wir nehmen an, dass er bei seinem Experiment derselben Illusion erlag wie wir alle, wenn wir glauben, wir hätten eine Sache im Griff und verstehen genug davon, obwohl das in Wirklichkeit gar nicht der Fall ist. Die Überraschung, die der junge Physiker erlebt hat, unterscheidet sich kaum von der Überraschung, die wir erleben, wenn wir einen tropfenden Wasserhahn reparieren wollen und das Ganze mit einer Überschwemmung im Bad endet. Oder wenn Sie Ihrer Tochter bei den Mathehausaufgaben helfen wollen, bei Quadratgleichungen allerdings schnell mit Ihrem Latein am Ende sind. So kommt es ziemlich oft vor, dass wir voller Selbstvertrauen eine Sache anpacken und Bescheid zu wissen glauben, »wie die Dinge laufen«; oft ist dieses Selbstvertrauen am Ende einigermaßen erschüttert.

Neigen wir Menschen generell dazu, unsere Kenntnisse zu überschätzen? Ist unser Wissen viel oberfläch-


THAD RUSSELL


EMILY SACCO

DIE AUTOREN

Steven Sloman (links) ist Professor für Kognitionswissenschaften, Linguistik und Psychologie an der Brown University im US-amerikanischen Bundesstaat Rhode Island und Herausgeber der Zeitschrift »Cognition«. *Philip Fernbach* ist Kognitionswissenschaftler und Professor für Marketing an der Leeds School of Business an der University of Colorado Boulder.

Es ist wirklich verblüffend, wie lückenhaft und vage unser Wissen über vertraute Alltagsgegenstände ist

licher und ungenauer, als wir selbst meinen? Das fragte sich der Kognitionswissenschaftler Frank Keil von der Yale University in Connecticut. Schon lange hatte er sich intensiv mit den Mutmaßungen beschäftigt, die Menschen anstellen, wenn sie sich erklären wollen, warum etwas funktioniert hat und warum nicht. Es zeigte sich bald, dass diese Auffassungen ziemlich oberflächlich und unzulänglich waren.

Doch zunächst kam Keil nicht weiter. Denn es gelang ihm nicht, eine wissenschaftlich zuverlässige Methode zu entwickeln, mit der sich messen lässt, was die Menschen tatsächlich wissen und was sie nur zu wissen meinen. Die verschiedenen Verfahren, die er zunächst anwandte, nahmen entweder zu viel Zeit in Anspruch, erwiesen sich als zu unsicher in der Bewertung oder führten dazu, dass die Teilnehmer ihre Angaben schönten. Aber dann hatte er eine Erleuchtung und entwickelte die so genannte Illusion of Explanatory Depth, kurz IoED (Selbsttäuschung über das Erklärungsvermögen). Bei dieser Methode traten die bisherigen Probleme nicht mehr auf: »Ich erinnere mich noch genau, wie ich zu Hause unter der Dusche stand und mir dabei die gesamte Versuchsanordnung der IoED einfiel, während mir das Wasser – zugegeben – länger als sonst über den Rücken lief. Ohne Frühstück raste ich sofort mit dem Wagen in die Uni und schnappte mir meinen Mitarbeiter Leon Rozenblit, mit dem ich schon seit Längerem über Arbeitsteilung beim Erkenntnisgewinn forschte; wir fingen sogleich damit an, die Eckpunkte meiner neuen Methode festzuhalten, und dann ging es an die Ausarbeitung der Einzelheiten.«

Damit war ein Verfahren erfunden, wie sich der Grad von Nichtwissen messen lässt, indem man die Teilnehmer einfach bittet, etwas Beliebiges zu erklären, und bewertet, wie diese Erklärung die Beurteilung des eigenen Verständnisses beeinflusst. Wenn Sie einer der vielen Menschen wären, die Keil und Rozenblit anschließend getestet haben, dann wären Ihnen unter anderem folgende Fragen gestellt worden:

1. *Geben Sie auf einer Skala von 1 bis 7 an, wie genau Sie wissen, wie ein Reißverschluss funktioniert.*
2. *Wie funktioniert ein Reißverschluss? Beschreiben Sie so detailliert wie möglich, wie ein Reißverschluss schließt.*

Wenn Sie, wie die meisten von Rozenblits und Keils Probanden, nicht gerade zufällig in einer Reißverschlussfabrik arbeiten, dann haben Sie aller Wahrscheinlichkeit nach keine zufrieden stellende Antwort auf die zweite Frage. Sie wissen einfach nicht, wie der Mechanismus funktioniert. Dann beantworten Sie die dritte Frage:

3. *Geben Sie noch einmal auf einer Skala von 1 bis 7 an, wie genau Sie wissen, wie ein Reißverschluss funktioniert.*

Jetzt werden Sie bei der Angabe vermutlich etwas bescheidener sein. Nachdem sie aufgefordert wurden, die Funktionsweise eines Reißverschlusses genau zu erklären, werden die meisten Menschen einsehen, dass sie davon wenig bis keine Ahnung haben, und begnügen sich mit einer Angabe von eins oder zwei.

Dieses Beispiel zeigt sehr schön, wie wir alle im Hinblick auf unser Wissen in einer Illusionsblase leben. Bei der ersten Selbsteinschätzung gaben die Probanden an, besser zu wissen, wie ein Reißverschluss funktioniert, als sie es tatsächlich taten. Wenn sie ihre Kenntnisse beim zweiten Mal niedriger bewerteten, gaben sie damit implizit zu verstehen: »Ich weiß darüber weniger, als ich dachte.«

Es ist erstaunlich, wie leicht es ist, die Menschen über ihre diesbezügliche Wissensillusion aufzuklären: Man muss nur nachhaken und um eine konkrete Erklärung bitten. Das gilt natürlich noch für sehr viele andere Dinge, nicht nur für Reißverschlüsse. Die gleichen Resultate erzielten Rozenblit und Keil, wenn sie nach der Funktionsweise von Tachometern, Klaviertasten, Klospülungen, Zylinderschlössern, Hubschraubern, Quarzuhren und Nähmaschinen fragten – egal ob sie Studienanfänger oder Studenten im höheren Semestern befragten, sowohl an Eliteuniversitäten wie Yale als auch an durchschnittlichen regionalen Unis. Wir selbst fanden den Befund viele, viele Male bei weiteren Tests, etwa ebenfalls bei Studienanfängern oder bei Zufallsbefragungen von Amerikanern über das Internet. Wir haben zudem festgestellt, dass sich die Wissensillusion nicht nur auf Alltagsobjekte bezieht, sondern auf praktisch alle denkbaren Themen: Die Menschen überschätzen ihre Kenntnisse ebenso in Bezug auf Steuer-, Finanz- oder Außen-

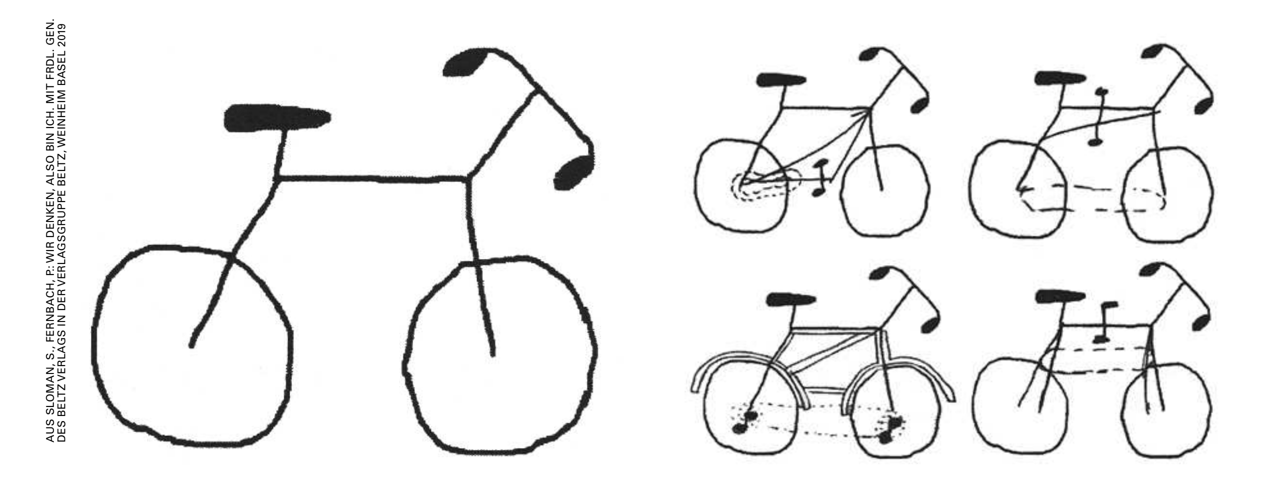
---

Auf einen Blick: Maßlose Selbstüberschätzung

1 Die meisten von uns glauben zu wissen, wie etwa ein Reißverschluss funktioniert, können es aber auf Rückfrage nicht erklären. Sie sind einer Wissensillusion erlegen.

2 Menschen überschätzen nicht nur ihre Kenntnisse über die Funktionsweise von Alltagsgegenständen. Unser Wissen ist allgemein viel oberflächlicher und ungenauer, als wir selbst meinen.

3 Die Wissensillusion gibt uns das Selbstvertrauen, uns auch in neue Gebiete zu wagen. Daher ist sie für den menschlichen Fortschritt unerlässlich.



AUS SLOMAN, S., FERNBACH, P.: WIR DENKEN, ALSO BIN ICH. MIT FRDL. GEN. DES BELTZ VERLAGS IN DER VERLAGSGRUPPE BELTZ, WEINHEIM BASEL 2019

Welche wichtigen Teile eines Fahrrads fehlen bei der Skizze links? Könnten Sie zum Beispiel Kette und Pedale richtig einzeichnen? Die Psychologin Rebecca Lawson bat Studenten in einem ihrer Experimente darum. Überraschenderweise bereitete die Aufgabe vielen Probleme; etwa die Hälfte der Teilnehmer waren nicht in der Lage, die fehlenden Teile richtig zu ergänzen (rechts).

politik, auf gentechnisch veränderte Lebensmittel und Klimawandel, selbst im Hinblick auf ihre eigenen Finanzen. Wir haben im Lauf der Jahre viele verschiedene psychologische Phänomene wissenschaftlich untersucht, aber bei keinem trifft man so zuverlässig auf diese gravierenden Fehleinschätzungen.

Ein Erklärungsversuch hilft, die eigene Unzulänglichkeit zu erkennen

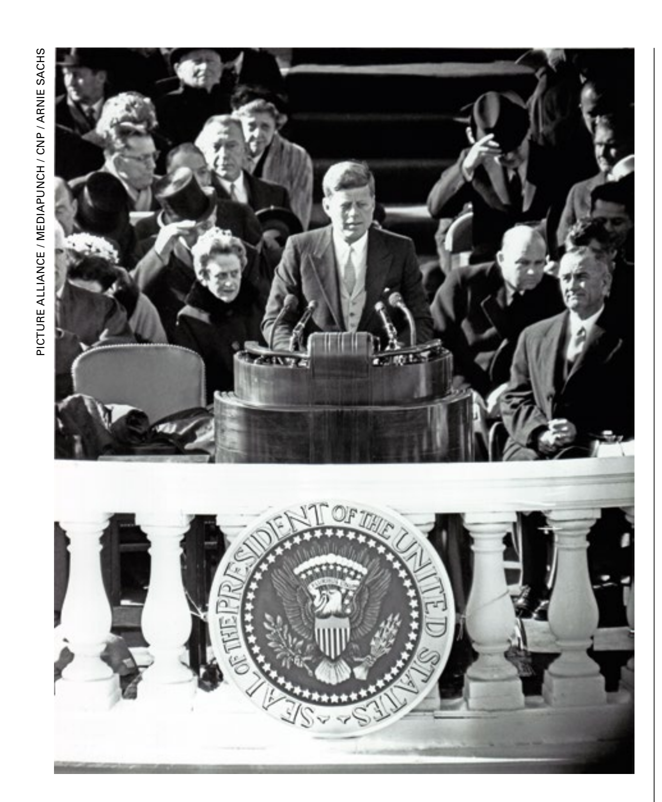
Eine der wesentlichen Erkenntnisse, die wir aus diesen Befragungen ziehen, lautet: Wenn die Probanden aufgefordert werden, konkrete Erklärungen abzuliefern, dann ändert sich offenbar der Sinn dessen, was sie unter Wissen verstehen; so interpretieren wir das jedenfalls. Wenn sie gebeten werden, ihr Wissen auf einer Skala einzuordnen, dann beantworten sie beim ersten Mal vermutlich eine ganz andere Frage als beim zweiten Mal. Vielleicht interpretieren sie die Frage zunächst im Sinn von »Wie effektiv kann ich über Reißverschlüsse nachdenken?«. Nachdem sie aufgefordert wurden, die Funktionsweise tatsächlich zu erklären, überlegen sie wohl eher, wie viele konkrete Kenntnisse sie darüber zum Ausdruck bringen können. (…)

Vor dem Erklärungsversuch haben die Probanden das Gefühl, sie verstünden im Prinzip genug von einer Sache oder einem Thema; anschließend haben sie erkannt, dass sie eigentlich ziemlich wenig bis gar nichts über den jeweiligen Gegenstand wissen. Rozenblit und Keil gaben abschließend zu Protokoll, dass die meisten Teilnehmer offen gestanden, sehr überrascht zu sein, dass sie viel weniger Ahnung hatten, als sie ursprünglich dachten.

Diese Wissensillusion findet sich ebenfalls sehr deutlich im so genannten Fahrrad-Kenntnistest. Dabei zeigte die Psychologin Rebecca Lawson von der University of Liverpool Studienanfängern die schematische Zeichnung eines Fahrrads, bei dem einige wesentliche Bauteile fehlten (sowohl am Rahmen als auch die Kette und Pedale). Dann forderte sie ihre Studenten auf, die entsprechenden Teile zu ergänzen. Versuchen Sie es selbst einmal. Welche Teile des Rahmens fehlen? Wo gehören Kette und Pedale hin? (siehe oben)

Die Aufgabe bereitet erstaunlich große Schwierigkeiten. Bei Lawsons Untersuchung war die Hälfte der Studenten nicht in der Lage, die Skizze richtig zu vervollständigen – einige Lösungsversuche sehen Sie oben rechts. Die Resultate waren selbst dann nicht besser, als die Probanden unter vier Zeichnungen lediglich die korrekte heraussuchen mussten. Viele tippten auf Zeichnungen, bei denen die Kette sowohl um das Vorderrad als auch um das Hinterrad gelegt war; damit wäre Lenken unmöglich. Sogar selbst ernannte Fahrradexperten waren nicht immer im Stande, diese anscheinend einfache Aufgabe zufrieden stellend zu lösen. Es

PICTURE ALLIANCE / MEDIAPUNCH / CNP / ARNIE SACHS



Der damalige US-amerikanische Präsident John F. Kennedy kündigt 1961 an, seine Nation werde noch bis zum Ende des Jahrzehnts einen Menschen zum Mond schicken. Die Fakten sprechen nicht dafür, doch er behält mit seiner kühnen These recht.

ist wirklich verblüffend, wie lückenhaft und vage unsere Kenntnis von ganz vertrauten Alltagsgegenständen ist, selbst von solchen, die wir täglich sehen und benutzen und deren Funktionsmechanismen mit bloßem Auge leicht zu erkennen sind.

Wir sind also unwissender, als wir meinen. Aber wie unwissend sind wir eigentlich? Lässt sich das quantifizieren oder abschätzen? Thomas Landauer hat versucht, diese Frage zu beantworten.

Landauer war ein Pionier der Kognitionswissenschaft, der unter anderem an renommierten Universitäten wie Harvard, Stanford und Princeton lehrte. Er begann seine wissenschaftliche Laufbahn in den 1960er Jahren, als die Kognitionswissenschaftler noch ernsthaft dachten, das menschliche Gehirn funktioniere so ähnlich wie ein Computer. (…) Man stellte sich das Denken wie ein Computerprogramm vor, das definiert, was im menschlichen Gehirn abläuft. (…)

In den 1980er Jahren wollte Landauer die Gedächtnisleistung des menschlichen Gehirns auf ähnliche Weise messen, wie man die Speicherkapazität eines Computers misst. Zum Beispiel versuchte er, den Wortschatz von Erwachsenen abzuschätzen, und rechnete aus, wie viel Byte Speicherkapazität man dafür auf einem Computer benötigt. Auf dieser Grundlage versuchte er dann die gesamte »Wissenskapazität« eines Erwachsenen hochzurechnen und kam auf ein halbes Gigabyte. Zum Vergleich: Heute verfügt ein handelsüblicher Laptop über eine Speicherkapazität von etwa 250 bis 1000 Gigabyte.

Landauer versuchte die Frage aber noch mit ganz anderen Methoden zu beantworten, etwa mit Gedächtnistests. (…) Waren die Probanden in der Lage, einen Sinneseindruck (ein Bild, ein Wort oder ein kurzes Musikstück), den man ihnen bereits einmal präsentiert hatte, wiederzuerkennen? (…) Anhand der erfassten Daten entdeckte er, dass Menschen Informationen im Schnitt immer ungefähr innerhalb der gleichen Zeitspanne aufnehmen, unabhängig davon, um welche Art von Sinneseindruck es sich handelt. Zudem versuchte Landauer zu bestimmen, über wie viel abrufbereites Wissen Menschen verfügen – unter der Voraussetzung, dass sie im Lauf eines 70-jährigen Lebens in der gleichen Weise und Geschwindigkeit dazulernen. Von welcher Seite und mit welchen Methoden er es auch anpackte, es lief immer auf ungefähr das gleiche Ergebnis hinaus: 1 Gigabyte. Doch selbst wenn man Abweichungen mit dem Faktor 10 einkalkuliert, selbst wenn es demnach Menschen gibt, die zehnmal mehr oder zehnmal weniger als 1 GB Wissen speichern, dann handelt es sich immer noch um kümmerliche Mengen von gespeicherter Information verglichen mit einem modernen Durchschnittscomputer. Menschliche Gehirne sind also wahrlich keine bemerkenswerten Datenspeicher.

Wir nutzen das Wissen in den Köpfen anderer

Mit unserer Denkfähigkeit würden wir Menschen nicht sehr weit kommen, wenn sie sich nur auf das bisschen Wissen beschränken würde, das wir als Individuen speichern. Das Erfolgsgeheimnis des menschlichen Denkens liegt allerdings darin begründet, dass wir in der Welt, in der wir leben, von Wissen umgeben sind. So haben wir leichten Zugang zu den enormen Wissensmengen in den Köpfen anderer Leute. Jeder von unseren Freunden und Familienangehörigen verfügt über zuverlässiges Spezialwissen in verschiedenen Bereichen. Wir können einen Fachmann anrufen, der weiß, wie man den Geschirrspüler repariert. Wir können auf Professoren, Experten und sonstige kluge Köpfe hören oder in Büchern oder im Internet nachlesen.

Daher ist es keineswegs überraschend, wenn es uns schwerfällt, das, was in unseren eigenen Köpfen ist, von dem, was sich in anderen Köpfen befindet, zu unterscheiden. Denn im Allgemeinen – möglicherweise sogar immer – verwenden wir beides, indem wir uns einfach dessen bedienen, was sich in den Köpfen anderer befindet, um unsere eigenen Defizite zu ergänzen; das geschieht meist ganz unbewusst. Wenn wir Geschirr spülen wollen, gab es zum Glück bereits jemanden, der weiß, wie man Spülmittel herstellt, und jemand anderen,

der eine Ahnung davon hat, wie man warmes Wasser durch eine Leitung schickt. Ohne solche »Mitarbeiter« wären wir verloren.

Dass wir glauben, mehr zu wissen, als tatsächlich der Fall ist, hat durchaus Vorteile. 1961 hatte John F. Kennedy bei seiner Amtseinführung keine faktische Grundlage für die Voraussage, dass die Amerikaner es schaffen würden, bis zum Ende des Jahrzehnts einen Menschen auf den Mond zu bringen. Seine Ankündigung war reiner Übermut. Aber er lag richtig. Und es ist unwahrscheinlich, dass die Amerikaner zu solcher Zielstrebigkeit gefunden hätten, wenn Kennedy nicht so kühn gewesen wäre.

Die Wissensillusion verleiht den Menschen genügend Selbstvertrauen, um in neue und unerforschte Gebiete vorzustoßen. (…) Viele große Fortschritte und Entdeckungen entstanden aus einer Fehleinschätzung des eigenen Horizonts. Daher ist diese Art der Selbstüberschätzung für das Vorankommen der Menschheit unerlässlich – und auch für das jedes einzelnen von uns. Sie gibt uns zum Beispiel den nötigen Ansporn, unser Fahrrad selbst zu reparieren oder die Gartenlaube eigenhändig zu bauen. Wir wagen uns nur deshalb an solche Unternehmungen, weil wir nicht richtig einschätzen können, worauf wir uns da gerade einlassen. ★

QUELLEN

Landauer, T. K.: How Much Do People Remember? Some Estimates of the Quantity of Learned Information in Long-Term Memory. *In: Cognitive Science 10, S. 477–493, 1986*

Lawson, R.: The Science of Cycology: Failures to Understand how Everyday Objects Work. *In: Memory & Cognition 34, S. 1667–1675, 2006*

Rozenblit, L., Keil, F.: The Misunderstood Limits of Folk Science. An Illusion of Explanatory Depth. *In: Cognitive Science 26, S. 521–562, 2002*

Der Buchauszug im Internet: www.spektrum.de/artikel/1623834



DIE GRÖSSTEN EXPERIMENTE

MIMIK Emotionen am Gesicht abzulesen, ist nicht immer leicht. Woran wir erkennen, ob unser Gegenüber erstaunt, wütend oder angeekelt ist, analysierte der Psychologe Paul Ekman.

Im Bann der Gefühle

VON DANIELA OVADIA

Was wäre unser Leben ohne Emotionen? Sie begleiten uns auf Schritt und Tritt, leiten häufig sogar unsere Entscheidungen und unser Handeln. Allerdings fanden sie in der psychologischen Forschung lange Zeit eher wenig Widerhall. Zu flüchtig, subjektiv und schwer fassbar erschienen die Gefühle des Menschen vielen Wissenschaftlern. Einer, der dieses Bild grundlegend verändert hat, ist der US-Amerikaner Paul Ekman.

Seit mehr als 50 Jahren erforscht der Psychologe, der 1934 in Washington D.C. zur Welt kam, emotionale Gesichtsausdrücke. Die äußerlich sichtbare Sprache der Gefühle entpuppte sich als höchst komplex: Mehr als 10 000 verschiedene mimische Varianten kann unsere Gesichtsmuskulatur durch teils minimale Kontraktionen hervorbringen.



UNSERE AUTORIN

Daniela Ovadia ist Neuroethikerin und Wissenschaftsjournalistin in Pavia (Italien).

Ekman promovierte 1958 an der New Yorker Adelphi University in Klinischer Psychologie. Ursprünglich wollte er sich der Erforschung psychischer Störungen widmen, was auch mit seiner eigenen Familiengeschichte zu tun hatte. Ekmans Mutter, die viele Jahre an Depression litt, nahm sich das Leben, als er noch ein Kind war. Im Umgang mit Patienten merkte der jungen Mann rasch, wie wichtig es nicht zuletzt für Therapeuten ist, Emotionen schnell und sicher einzuordnen. Besonders faszinierte ihn die Frage, ob der mimische Ausdruck von Gefühlen erlernt und kulturell weitergegeben wird oder ob er allen Menschen gemeinsam ist.

Ein Vorläufer Ekmans war Charles Darwin (1809–1882). In seiner Abhandlung »Der Ausdruck der Gemütsbewegungen bei dem Menschen und den Tieren« von 1872 schrieb der Begründer der Evolutionslehre, dass es bei verschiedenen Spezies eng verwandte Ausdrucksweisen für Wut, Angst, Ekel und andere Emotionen gebe. Darwin widersprach damit der zu seiner Zeit vorherrschenden Theorie, wonach Gesichtsausdrücke je nach Volkszugehörigkeit stark variierten. Ähnlich wie die Muttersprache hielt man auch das Mienenspiel für erworben. Laut Darwin jedoch hat es stammesgeschichtliche Wurzeln, wie er durch Vergleiche zwischen Affen und *Homo sapiens* belegte. Verfügten Mensch und Tier womöglich sogar über universelle Grundemotionen?



GEHIRN&GEIST / MARTIN BURKHARDT

Paul Ekman gilt als einer der wichtigsten Experten auf dem Gebiet der Gefühlserkennung. Anhand des von ihm und Wallace Friesen entwickelten Facial Action Coding System (FACS) lässt sich das emotionale Ausdrucksverhalten als Kombination der jeweils beteiligten Muskelpartien beschreiben. Eine ängstliche Mimik zum Beispiel ist an den Merkmalen im Bild unten abzulesen.

Brauen zusammengekniffen
innere Augenbraue gesenkt
äußere Augenbraue gehoben
oberes Lid gehoben
unteres Lid gespannt
Lippen gespannt
Mund leicht geöffnet

GEHIRN&GEIST / MARTIN BURKHARDT

Auf einen Blick: Mister Emotionsmimik

1 Seit den 1950er Jahren erforscht Paul Ekman den mimischen Gefühlsausdruck in verschiedenen Kulturen. Ihm zufolge sind Freude, Angst, Wut, Verachtung, Trauer, Überraschung und Ekel universelle Grundemotionen.

2 Indem sie die an einem Ausdruck beteiligten Gesichtsmuskeln detailliert beschrieben, entwarfen Ekman und sein Kollege Wallace Friesen das bis heute gebräuchliche Facial Action Coding System.

3 Manche Menschen sind besonders talentiert darin, selbst verborgene Regungen im Gesicht ihres Gegenübers zu lesen. Wie sehr sich diese Fähigkeit trainieren lässt, ist allerdings umstritten.

Ende der 1940er Jahre griff der Philosoph und Psychologe Silvan Tomkins (1911–1991) diese Frage erneut auf. Tomkins hielt Gefühle für die elementaren Bausteine unserer Motivation. Zu Tomkins' Schülern zählen unter anderem Ekman und Carroll Izard, die erste ethnologische Studien über Gesichtsausdrücke und Körpersprache in Angriff nahmen.

1966 führte Ekman seine »Universalitätsstudie« durch. Er machte tausende Fotos von der emotionalen Mimik US-amerikanischer Studenten und reiste damit nach Brasilien. Die dortigen Studenten hatten keinerlei Probleme, die dargestellten Emotionen zu erkennen. Auch in Argentinien, Chile und Japan machte Ekman diese Beobachtung. Doch hatten sich die Standards der westlichen Kulturen vielleicht durch den globalen Informationsaustausch nur in andere Teile der Welt verbreitet? Ende 1967 legte Ekman seine Bilder den Mitgliedern eines isoliert lebenden Volksstammes im Urwald von Papua-Neuguinea vor. Viele der Indigenen hatten nie zuvor einen Weißen gesehen, aber das Ergebnis war dasselbe.

Eine universelle Formensprache

In einer weiteren Studie zeigte der Forscher, dass Menschen aus unterschiedlichen Kulturen ein sehr ähnliches Mienenspiel beim Betrachten von emotionsgeladenen Filmen offenbaren. So schien sich Darwins klassische Aufteilung der Grundemotionen Wut, Angst, Verachtung, Freude, Trauer, Überraschung und Ekel erneut zu bestätigen.

Fortan bemühte sich Ekman, diese universelle Formensprache der Gesichtsausdrücke genauer zu entschlüsseln. War es möglich, die Gefühle eines Gegenübers zu lesen, wenn man deren Einzelelemente kannte? Der Psychologe sichtete eine Fülle von Porträtfotos akribisch und begann sie zu katalogisieren. »Wenn ich geahnt hätte, wie viel Zeit es mich kosten würde, so ein Lexikon der Gesichtsausdrücke zusammenzustellen, hätte ich nie damit angefangen«, gestand er anlässlich seiner Emeritierung 2004.

Sechs Jahre lang arbeiteten Ekman und sein enger Kollege Wallace Friesen am Facial Action Coding System (FACS), das sie 1978 veröffentlichten. Es erlaubt nahezu jeden Ausdruck auf der Basis von 44 verschiedenen Muskeln zu klassifizieren. Wie ein Puzzle aller möglichen Kontraktionen, die das menschliche Gesicht zulässt, setzten Ekman und Friesen die emotionale Mimik zusammen.

Nebenbei stießen die Forscher auf ein erstaunliches Phänomen: Wenn jemand eine traurige Miene nachahmt, wird er selbst auch tendenziell trauriger. Imitiert man dagegen ein fröhliches Gesicht, so hebt dies die eigene Stimmung. Emotionen haben ihren Ursprung offenbar nicht nur in einer zentralnervösen Erregung, die in physiologischen Reaktionen zum Ausdruck kommt. Schon die Aktivierung entsprechender Muskeln kann vielmehr umgekehrt auch Gefühlsprozesse in Gang setzen. Auf dieser Idee beruhte das damals verbreitete »Method Acting« des Schauspiellehrers Lee Strasberg.

Mehr als 30 Folgestudien bestätigten Ekmans Entdeckungen, wie David Matsumoto von der San Francisco State University in einem Übersichtsartikel 2001 beschrieb. Im Jahr darauf führten Hillary Elfenbein und Nalini Ambady eine Metaanalyse über 168 Arbeiten zur Wahrnehmung von Gesichtsausdrücken durch. Hier zeigte sich, dass Menschen fremde Gesichtsausdrücke tatsächlich universell erkennen, wobei wir für die Mimik von Angehörigen der eigenen Kultur – vermutlich aus Gewohnheit – etwas leichter empfänglich sind. Dutzenden weiteren Untersuchungen zufolge rufen emotionale Reize auf der ganzen Welt jeweils dieselben Mienen hervor.

In neuerer Zeit entschlüsselten Forscher vor allem die biologischen und genetischen Grundlagen dieses Phänomens. So ähnelt das individuelle Mienenspiel von Geburt an blinder Menschen stärker dem ihrer Familienangehörigen als dem von Fremden. Selbst Neugeborene zeigen Gesichtsausdrücke, die bereits denen von Erwachsenen gleichen. Laut dem niederländischen Verhaltensforscher Frans de Waal setzen sogar Affen Mienen

auf, die denen des Menschen recht stark gleichen. Auch in diesem Punkt lag Darwin also anscheinend richtig.

In den frühen 1980er Jahren begannen sich Psychotherapeuten und Psychiater zunehmend für Ekmans Forschung zu interessieren. Sie sahen darin eine Chance, zu den verborgenen, nicht verbal geäußerten Emotionen ihrer Patienten vorzudringen. Bekannt wurde Ekmans Analyse des Videos einer schwer depressiven Patientin namens Mary. Sie hatte ihren Psychiater um Erlaubnis gebeten, übers Wochenende nach Hause fahren zu dürfen, da sie sich angeblich besser fühlte. Wie eine Momentaufnahme kurz vor Verlassen der Praxis jedoch offenbarte, hatte sie diese Besserung der Symptome nur vorgespielt. Denn als sich Ekman das Gespräch in extremer Zeitlupe ansah, entdeckte er in einer Einzelsequenz einen Ausdruck großer Verzweiflung in Marys Gesicht. Dieser war so kurz, dass er selbst dem erfahrenen Arzt entgangen war.

Wenn verborgene Gefühle aufblitzen

Ekman beschrieb dies als flüchtige Mikroexpressionen, die nur 50 bis 100 Millisekunden lang dauern. Sie »schmuggeln« sich oft unter den Gesichtsausdruck, den ein Mensch vorsätzlich aufsetzt, um zu verbergen, was er wirklich empfindet. Allerdings war Ekman längst nicht der Erste, der das erkannte. Die Psychologen Ernest Haggard und Kenneth Isaacs hatten bereits 1966 bei der Auswertung von Therapievideos »mikromomentane Ausdrücke« ausfindig gemacht. Diese rührten wohl daher, dass die Patienten ihre wahren Gefühle unterdrückten, so die beiden Forscher damals.

Die Mikromimik nehmen wir im Alltag kaum wahr. Doch wie Ekman und Friesen einige Jahre später zeigten, hilft ein spezielles Training, solche blitzartigen Ausdrücke und damit beispielsweise Lügner besser zu erkennen. Zudem lassen sich bestimmte authentische Gefühlsregungen wie Freude nur schwer willentlich simulieren. Offenbar unterliegt die Mimik nicht allein unserem Willen, sondern wird von unwillkürlichen, unkontrollierbaren Prozessen mitbestimmt.

Das spricht dafür, dass verschiedene Nervenbahnen für die Steuerung von Gesichtsausdrücken zuständig sind. Einerseits lenkt die motorische Großhirnrinde die willentlichen Bewegungen der Gesichtsmuskeln, andererseits kontrollieren subkortikale, also unterhalb der Großhirnrinde (des Kortex) gelegene Areale Regungen, die nicht völlig dem Willen unterworfen sind. Diese sind eng an die Gefühlsverarbeitung gekoppelt.

Vor allem wenn wir Gefühle zu unterdrücken versuchen (sei es in einer Prüfung oder im Vorstellungsgespräch), treten die Mikroexpressionen vermehrt auf. Wer die Mikromimik gut erkennt und richtig deutet, verfügt laut Ekman über eine hohe emotionale Intelligenz und ist geschickter im sozialen Umgang. Manche Menschen seien ganz intuitiv in der Lage, Mikroausdrücke zu lesen. Man könne das aber durchaus auch lernen.

Ekman selbst betonte immer wieder, dass es eines sei, Emotionen zu erkennen, doch etwas anderes, die dahinterstehenden Motive zu verstehen: Jemand kann unterschwellig ängstlich sein, weil er lügt oder weil er einfach angespannt ist. Die falsche Zuordnung zwischen Motiv und Ausdruck nannte Ekman »Othellos Irrtum« – nach dem tragischen Shakespeare-Helden, der das Zögern seiner Frau Desdemona für das Zeichen eines Seitensprungs hielt, den die Gattin aber nie begangen hatte.

In einer Studie von Hyi Sung Hwang und David Matsumoto konnten Probanden lediglich knapp die Hälfte aller ihnen präsentierten Mikroausdrücke richtig interpretieren. Zog man hiervon die eher leicht zu erkennenden Signale von Freude und Überraschung ab, sank die Quote sogar auf 35 Prozent. Ein Training wie das von Ekman entwickelte kann diese Trefferrate verbessern. Allerdings bringt das nicht immer nur Vorteile: Nach verborgenen Signalen zu forschen, kann auch der Offenheit in zwischenmenschlichen Beziehungen schaden oder dazu verleiten, dass man manchen Anflügen von Zorn oder Angst zu große Bedeutung beimisst.

Über die 2004 gegründete Paul Ekman Group vertreibt der Forscher inzwischen ein ganzes Portfolio an Programmen, die dabei helfen sollen, die Gefühle von anderen besser zu entziffern. Sie sind vor allem in den USA erfolgreich, wo Ekman schon Polizisten trainierte, um Lügen etwa bei Zeugenaussagen zu erkennen. Die meisten dieser Angebote sind wissenschaftlich jedoch kaum evaluiert. Darunter etwa das online erhältliche »Micro Expressions Training Tool« (METT), das die Wahrnehmung von Mikroexpressionen in weniger als einer Stunde zu schulen verspricht. Das soll Paaren oder auch Eltern pubertierender Kinder helfen, mit Streitigkeiten und anderen kritischen Situationen zurechtzukommen. Im Alltag lässt uns freilich ein ganzes Konglomerat von Signalen – von den mündlichen Äußerungen über die Körpersprache bis hin zur Mimik – auf die Gefühle anderer schließen.

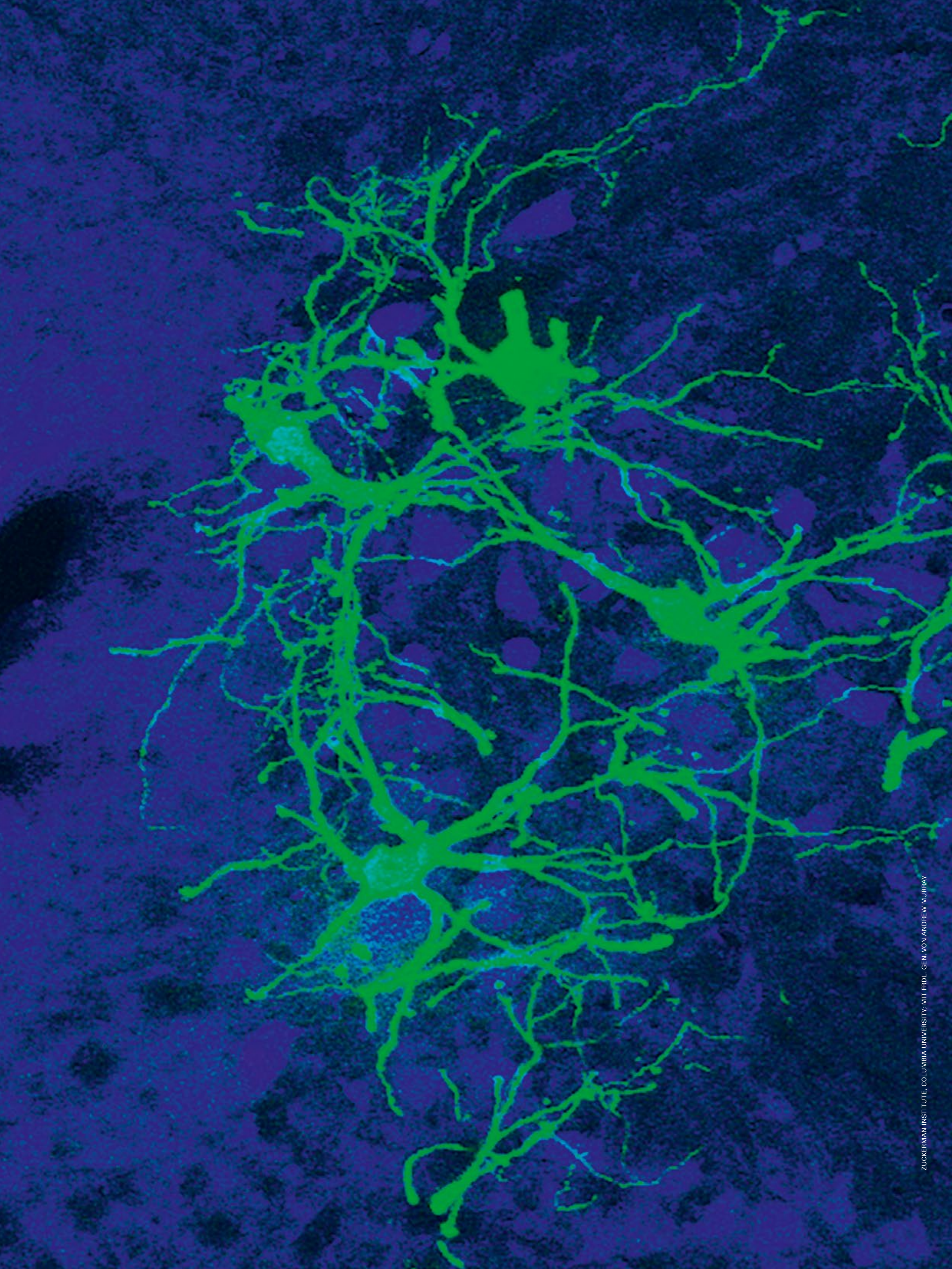
Die Psychologie verdankt Paul Ekman vor allem zwei wichtige Erkenntnisse: Der emotionale Gesichtsausdruck des Menschen ist über verschiedene Kulturen hinweg gleich, und unterdrückte Gefühle brechen sich manchmal in blitzschnellen Mikromimiken Bahn. Ob es wirklich erfolgreicher im Leben macht, wenn man diese besser erkennt, bleibt dahingestellt. ★

QUELLEN

Ekman, P., Friesen, W. V.: Constants across Cultures in the Face and Emotion. *In: Journal of Personality and Social Psychology 17, S. 124–129, 1971*

Ekman, P., Friesen, W. V.: Facial Action Coding System (FACS): A Technique for the Measurement of Facial Actions. *Consulting Press, Palo Alto 1978*

Dieser Artikel im Internet: www.spektrum.de/artikel/1623836



ZUCKERMAN INSTITUTE, COLUMBIA UNIVERSITY; MIT FRDL. GEN. VON ANDREW MURRAY

KONNEKTOMIK Gentechnisch veränderte Tollwuterreger helfen Wissenschaftlern dabei, neuronale Verknüpfungen zu untersuchen – mit bisher unerreichter Präzision.

Per Tollwut ins Gehirn

VON ANDREW J. MURRAY

Das Bild zeigt den lateralen vestibulären Nukleus im Hirnstamm einer Maus. Die grün leuchtenden Neurone sind mit einem gentechnisch veränderten Tollwutvirus infiziert.

ZUCKERMAN INSTITUTE, COLUMBIA UNIVERSITY; MIT FRDL. GEN. VON ANDREW MURRAY

Auf einen Blick: Vom tödlichen Keim zum nützlichen Werkzeug

1 Das Tollwutvirus hat die besondere Fähigkeit, in Neuronennetzen von Zelle zu Zelle zu springen. Auf diese Weise arbeitet es sich von einer Bisswunde aus bis ins Gehirn eines Tiers vor.

2 Virologen und Neurowissenschaftler nutzen diese Eigenschaft, um herauszufinden, wie Nervenzellen untereinander verknüpft sind.

3 Dabei manipulieren sie das Tollwutvirus so, dass es nur bestimmte Zellen infiziert, diese aufleuchten lässt und lediglich streng kontrolliert auf benachbarte Neurone weiterspringt.

Im fahlen Licht der Mondnacht, das über dem englischen Moor lag, erstarrten die drei Reisenden vor Grauen darüber, was sie vor sich sahen: ein widerliches Wesen, eine große schwarze Bestie von der Gestalt eines Hundes, nur viel größer als irgendein Hund, den je ein sterbliches Auge erblickt hatte. Vor ihren entsetzten Augen riss das Tier Hugo Baskerville die Kehle heraus. Dann sah es mit glühenden Augen und triefenden Lefzen auf die drei, und sie schrien vor Angst und ritten um ihr Leben.

»Der Hund von Baskerville«, einer der bekanntesten Romane Arthur Conan Doyles, ist noch heute eine schaurige Lektüre. Glaubt man Medizinhistorikern, wirkte er auf Doyles Zeitgenossen aber weitaus beklemmender als auf uns – und zwar, weil die Tollwut damals, zu Beginn des 20. Jahrhunderts, viel präsenter war und die Angst davor viel verbreiteter. Mit seiner Fähigkeit, ein zahmes Haustier in eine wütende, schäumende Bestie zu verwandeln, deren Biss den nahezu sicheren Tod bedeutete, war das Tollwutvirus eine der gefürchtetsten Geißeln der Menschheitsgeschichte.

Bereits im Jahr 1804 belegten Experimente des deutschen Arztes Georg Gottfried Zinke, dass der Speichel tollwutkranker Tiere das Virus in großen Mengen enthält. Der Befall mit diesem Erreger führt zu erhöhter Aktivität der Speicheldrüsen, zu Schluckstörungen und somit zu dem typischen Geifern tollwütiger Hunde. Louis Pasteur, der Mitbegründer der medizinischen Mikrobiologie, bewies zudem in den 1880er Jahren, dass das Virus das Gehirn der infizierten Tiere befällt. Beide Eigenschaften treten nicht zufällig gemeinsam auf. Offenbar kombiniert der Erreger die besondere Befähigung dafür, über den Speichel des Wirts übertragen zu werden, mit dem Vermögen, diesen zu aggressivem Beißverhalten anzustacheln. Anders gesagt: Das Virus manipuliert die Hirnfunktionen des Wirts, wodurch es sehr effektiv weitere Tiere infizieren kann.

Heute noch sterben jährlich weltweit rund 60 000 Menschen an Tollwut. Dank wirksamer Impfstoffe und der frühzeitigen Quarantäne infizierter Tiere hat die Erkrankung jedoch in der entwickelten Welt ihren Schrecken großteils verloren. Neurowissenschaftler haben dem tödlichen Erreger sogar durchaus etwas Positives abgewinnen können: Sie verwenden ihn inzwischen als modernes Forschungswerkzeug, mit dem sie Hirnstrukturen aufklären.

Das Virus arbeitet sich nämlich von der Bisswunde bis ins Gehirn vor, indem es von Neuron zu Neuron springt. Verschiedene Forscher, darunter meine Gruppe am Sainsbury Wellcome Centre for Neural Circuits and Behaviour in London, nutzen diese Eigenschaft des Erregers, um Verbindungen zwischen Nervenzellen sichtbar zu machen.

Stromaufwärts zum Gehirn

Wie ist das möglich? Die Viren ähneln äußerlich Pistolenkugeln und enthalten so genannte Ribonukleinsäure (RNA) als Träger der Erbinformation. Sie sind umhüllt von einer Schicht aus Glykoproteinen: Eiweißen, die Zuckergruppen tragen. Die Hülle besitzt winzige Ausstülpungen, die Motoneurone nahe der Bissstelle dazu veranlassen, die Viren in sich aufzunehmen. Diese besondere Form von Nervenzellen überträgt normalerweise elektrische Signale über Synapsen auf Muskelzellen. Die viralen Glykoproteine binden an spezifische Rezeptormoleküle auf der Oberfläche der Motoneurone.

Ähnlich wie die Tür zum Sicherheitsbereich eines Flughafens, durch die man nur in eine Richtung gehen kann, leiten auch die Synapsen die Signale in der Regel nur in eine Richtung, nämlich von der Nerven- zur Muskelzelle. Generell bewegen sich Nervenimpulse, die das Gehirn an den Bewegungsapparat sendet, stets »stromabwärts«, das heißt von Neuron zu Neuron kontinuierlich zu den Muskeln hin. Das Tollwutvirus muss jedoch »stromaufwärts« wandern, um das Gehirn zu erreichen, und das gelingt ihm auf raffinierte Weise.

Sobald der Erreger in eine Nervenzelle eingedrungen ist, streift er seinen Glykoprotein-Mantel ab. Die Zelle beginnt Kopien der viralen RNA und sämtlicher Virus-



UNSER EXPERTE

Andrew J. Murray ist Neurowissenschaftler am Sainsbury Wellcome Centre for Neural Circuits and Behaviour in London. Seine Arbeitsgruppe untersucht, wie neuronale Netzwerke Bewegungen steuern.

Nervenzellnetze und Tollwutviren

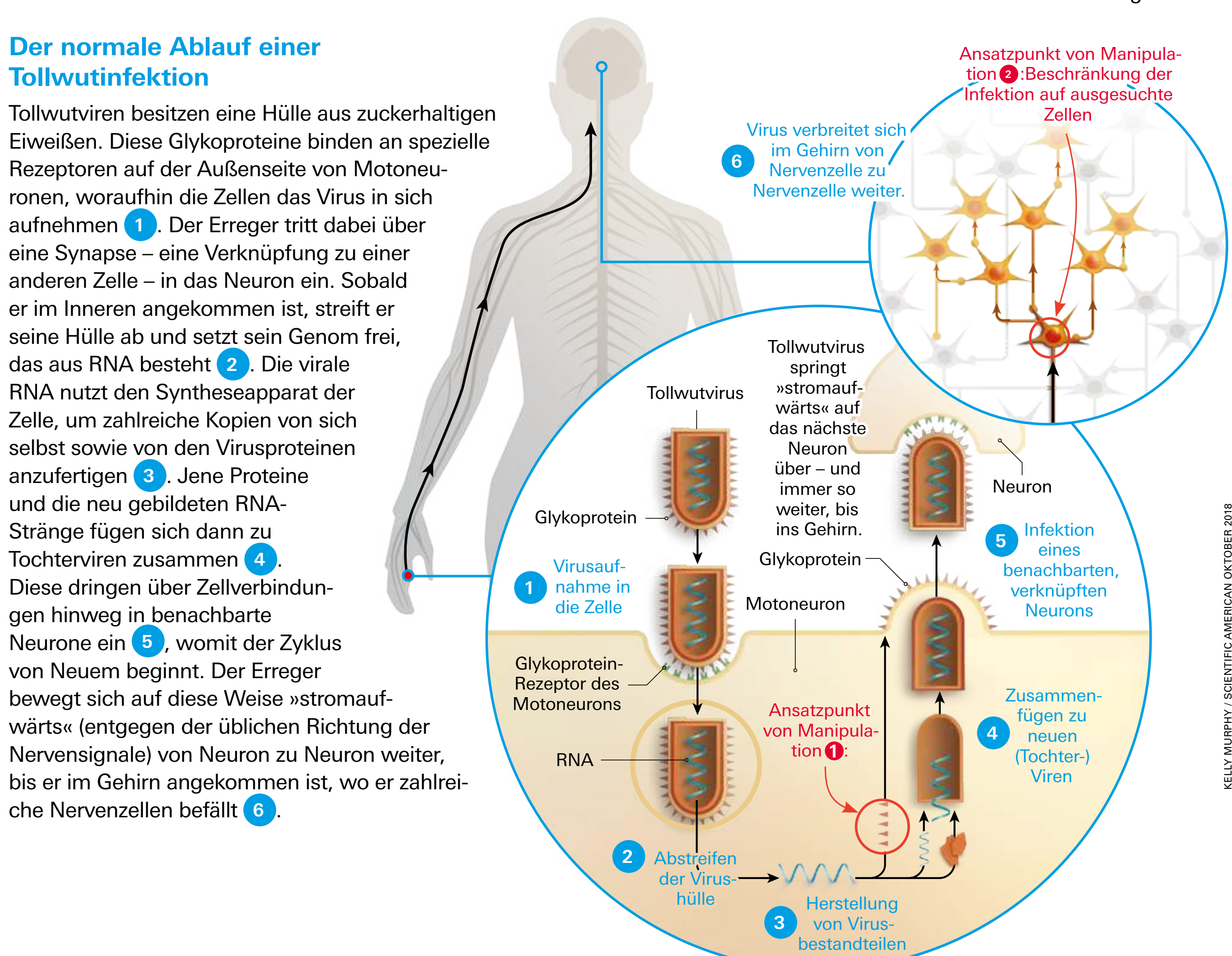
Das Tollwutvirus arbeitet sich von einer Bisswunde bis ins Gehirn vor, indem es von Neuron zu Neuron wandert. Neurowissenschaftler verwenden die Erreger daher als Sonde, um fluoreszierende Farbstoffe in die Zellen einzubringen. So können sie herausfinden, wie diese untereinander verknüpft sind.

Manipulation 2: Austausch der Glykoprotein-Hülle

Um die anfängliche Infektion mit dem Tollwutvirus auf ausgesuchte Neurone zu beschränken, nutzen die Wissenschaftler den Umstand, dass es verschiedene Typen viraler Glykoproteine gibt. Ummanteln sie den Tollwuterreger mit Glykoproteinen, die von Vogelviren stammen, kann er keine Säugetierzellen mehr befallen. Statten sie allerdings ausgewählte Neurone der Versuchstiere mit Rezeptormolekülen aus, die Glykoproteine von Vogelviren erkennen, kann der veränderte Erreger in die Zellen eindringen. Er infiziert dann zunächst nur sie, bis er über Synapsen hinweg in benachbarte Zellen des neuronalen Netzwerks eindringt.

Der normale Ablauf einer Tollwutinfektion

Tollwutviren besitzen eine Hülle aus zuckerhaltigen Eiweißen. Diese Glykoproteine binden an spezielle Rezeptoren auf der Außenseite von Motoneuronen, woraufhin die Zellen das Virus in sich aufnehmen 1. Der Erreger tritt dabei über eine Synapse – eine Verknüpfung zu einer anderen Zelle – in das Neuron ein. Sobald er im Inneren angekommen ist, streift er seine Hülle ab und setzt sein Genom frei, das aus RNA besteht 2. Die virale RNA nutzt den Syntheseapparat der Zelle, um zahlreiche Kopien von sich selbst sowie von den Virusproteinen anzufertigen 3. Jene Proteine und die neu gebildeten RNA-Stränge fügen sich dann zu Tochterviren zusammen 4. Diese dringen über Zellverbindungen hinweg in benachbarte Neurone ein 5, womit der Zyklus von Neuem beginnt. Der Erreger bewegt sich auf diese Weise »stromaufwärts« (entgegen der üblichen Richtung der Nervensignale) von Neuron zu Neuron weiter, bis er im Gehirn angekommen ist, wo er zahlreiche Nervenzellen befällt 6.



Manipulation 1: Gezielter Umbau der viralen RNA

Um den Weg nachverfolgen zu können, den das Virus zum Gehirn nimmt, ersetzen die Forscher das Glykoprotein-Gen in der Virus-RNA durch eine Erbanlage, die den Bauplan für ein fluoreszierendes Protein enthält. Werden Neurone mit dem so veränderten Virus infiziert, stellen sie das Protein her und leuchten (bei geeignetem Anregungslicht) auf, sie erzeugen jedoch kein virales Glykoprotein. Das Virus kann daher nicht in benachbarte Zellen weiterwandern. Um ihm das zu ermöglichen, geben die Forscher zusätzlich einen weiteren Erreger, ein Adeno-assoziiertes Virus, hinzu, das die Erbanlage für das Glykoprotein trägt. Adeno-assoziierte Viren infizieren die Zielneurone und lassen sie das Glykoprotein produzieren. Mit dessen Hilfe kann der Tollwuterreger sodann auf die unmittelbar benachbarten Zellen weiterspringen, aber nur auf diese.

proteine herzustellen, die sich dann zu neuen Erregern zusammenfügen. Allerdings vermehrt sich das Tollwutvirus nicht massenhaft. Es bringt die Wirtszelle dazu, nur gerade so viele neue Partikel zu produzieren, dass diese in das nächste »stromaufwärts« gelegene Neuron eindringen können. Dort wiederholt sich der Prozess: Hülle abwerfen, einige Tochterviren hervorbringen, zum nächsten Neuron weiterwandern. Auf diese Weise arbeitet sich der Erreger allmählich durchs Nervensystem vor – vom anfänglich infizierten Motoneuron zum Rückenmark und weiter ins Gehirn.

Während viele andere Virusarten sich dermaßen schnell vermehren, dass die von ihnen infizierten Zellen aufbrechen und die Tochterviren in die Umgebung freisetzen, lässt der Tollwuterreger die Nervenzellen intakt. So richtet er nie genug Schaden an, um die Immunabwehr auf sich aufmerksam zu machen. Dieses heimliche Voranschreiten erklärt, warum nach der anfänglichen Infektion eine lange Zeit verstreicht, bis die ersten Symptome der Krankheit auftreten: beim Menschen typischerweise ein bis drei Monate.

In den frühen 2000er Jahren funktionierten mehrere Forscherteams das Tollwutvirus zu einer Sonde um und untersuchten damit neuronale Netze. Zu ihnen gehören die Arbeitsgruppe von Gabriella Ugolini, mittlerweile an der Université Paris Saclay, und das Team um Peter Strick, der heute an der University of Pittsburgh tätig ist. Den Weg des Virus von den Muskeln ins Gehirn nachzuverfolgen, ist jedoch ziemlich schwierig. Wie kann man unterscheiden, welche Nervenzelle der Erreger zuerst, welche als zweite, als dritte und so weiter befällt?

Die Forscher gingen das Problem zunächst an, indem sie Versuchstiere mit Tollwut infizierten und kurz darauf töteten, so dass der Erreger bis dahin gerade erst ein oder zwei Synapsen überwunden hatte. Dieser Ansatz lieferte einen ersten Einblick in die Signalwege der Bewegungssteuerung. Doch er hatte Nachteile, denn nicht alle Verbindungen zwischen Neuronen sind gleich. Eine Synapse kann stark oder schwach sein – davon hängt ab, ob ein eintreffender Nervenimpuls sich im nachfolgenden Neuron fortpflanzt. Sie kann entweder dicht am Zellkörper sitzen oder weit entfernt am Ende eines Zellfortsatzes. Überdies besitzen manche Neurone nur eine einzige Verbindung zu ihren stromabwärts gelegenen Nachbarn, andere dagegen haben Hunderte davon. Folglich kann es unterschiedlich lange dauern, bis der Erreger von einem Neuron zum nächsten gelangt.

Trittbrettfahren ins Gehirn

Um das Problem zu lösen, mussten die Wissenschaftler das Virus verändern, genauer gesagt sein Erbgut. Wie sich herausstellte, ist eines der Virusgene unverzichtbar dafür, dass der Erreger von Neuron zu Neuron springen kann: jenes nämlich, das für das Glykoprotein codiert. Ein Tollwutvirus ohne dieses Gen kann Zellen zwar noch infizieren, bleibt dann aber in ihnen gefangen.

Im Jahr 2007 tauschten die Neurowissenschaftler Ian Wickersham und Edward Callaway, damals am Salk Institute for Biological Studies in La Jolla (Kalifornien), zusammen mit Forschern vom Friedrich-Löffler-Institut in Greifswald das Glykoprotein-Gen gegen eines aus, das für ein fluoreszierendes Protein codiert. Das veränderte Virus konnte die befallenen Zellen nun nicht mehr verlassen, ließ sie dafür aber bei geeignetem Anregungslicht hell aufleuchten.

Der zweite Schritt bestand darin, den infizierten Neuronen das Glykoprotein auf anderem Weg zur Verfügung zu stellen. Dazu nahmen die Forscher einfach einen zweiten Virustyp, so genannte Adeno-assoziierte Viren. Sie fügten den Bauplan für das Glykoprotein dort ein und infizierten anschließend die von den Tollwutviren befallenen Zellen zusätzlich mit den manipulierten Hilfsviren, so dass die Neurone auch das Glykoprotein produzierten. Damit hatten die Tollwuterreger schließlich wieder die nötige Ausstattung, um auf die benachbarten Neurone übergehen zu können.

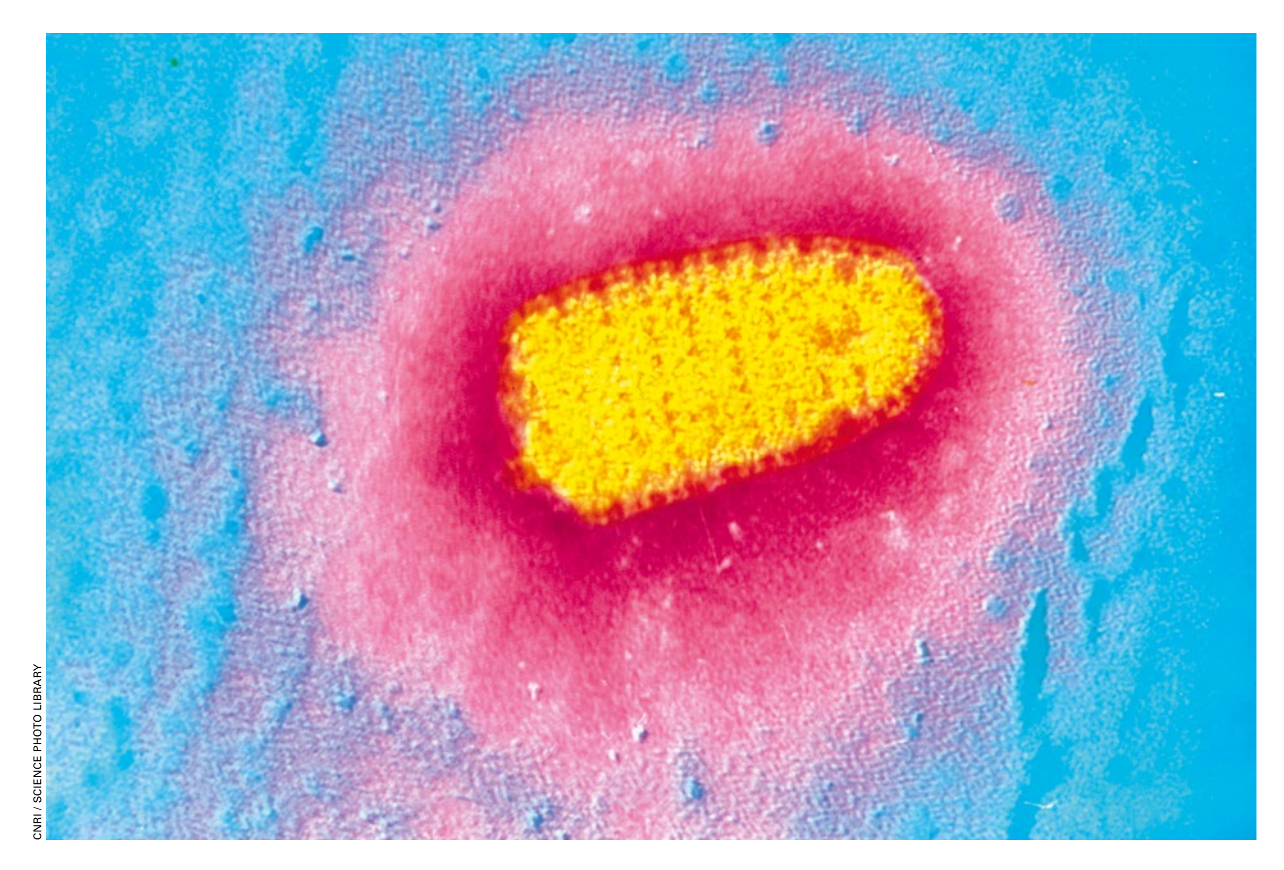
Sie waren jedoch nicht in der Lage, das Glykoprotein-Gen in die Nachbarzellen mitzunehmen, weil dieses als DNA vorlag: Adeno-assoziierte Viren speichern ihre Erbinformationen in Form von DNA, Tollwutviren hingegen als RNA. Daher saßen die Erreger nun im nächsten Neuron fest. So war es möglich, immer nur solche Zellen mit dem fluoreszierenden Protein anzufärben, die mit dem zuerst befallenen Neuron direkt verbunden waren.

Allerdings gab es noch einen Haken: Wenn die Forscher eine Lösung mit veränderten Tollwutviren in den zu untersuchenden Organismus injizierten, infizierten sich sämtliche Nervenzellen rund um die Einstichstelle. Folglich konnten die Wissenschaftler nicht unterscheiden, in welche Neurone die Erreger direkt und in welche sie erst über Umwege eingedrungen waren. Die

Die Gehirn&Geist-Serie »Neue Methoden der Hirnforschung« im Überblick:

Das Handwerkszeug von Neurowissenschaftlern hat sich in den letzten Jahrzehnten drastisch gewandelt. In einer 6-teiligen Serie stellen wir die innovativsten Methoden vor.

Teil 1: Per Tollwut ins Gehirn (dieses Heft)
Teil 2: Ein Strichcode für Neurone (Gehirn&Geist 5/2019)
Teil 3: Winzige Spannungsmesser für das Gehirn (Gehirn&Geist 6/2019)
Teil 4: Superstarke Hirnscanner (Gehirn&Geist 7/2019)
Teil 5: Erhellender Blick zwischen die Hirnzellen (Gehirn&Geist 8/2019)
Teil 6: Tiermodelle in den Neurowissenschaften – an der Realität vorbei? (Gehirn&Geist 9/2019)



CNRI / SCIENCE PHOTO LIBRARY

Das Tollwutvirus hat die Form einer Pistolenkugel, ist rund 180 Nanometer lang und löst tödliche Gehirnentzündungen aus.

Lösung dieses Problems brachten Untersuchungen zu Vogelviren.

Das Aviäre Leukosevirus (ALV), das bestimmte Krebserkrankungen bei Hühnern auslöst, befällt ausschließlich Vögel, nicht aber Säugetiere. Wie das Tollwutvirus hat auch ALV eine Glykoprotein-Hülle, die in verschiedenen Varianten vorliegen kann. Jeder Typ bindet nur an bestimmte Rezeptoren auf den Wirtszellen. Das Glykoprotein EnvA beispielsweise koppelt an ein Molekül namens TVA, kurz für »avian tumor virus receptor A«. Zellen ohne den Rezeptor können von EnvA-umhüllten Viren nicht eingenommen werden. Dieser Mechanismus ermöglicht es, die Erstinfektion mit veränderten Tollwutviren auf einen bestimmten Neuronentyp zu beschränken.

Wickersham und seine Kollegen ersetzten die natürliche Glykoprotein-Hülle des Virus durch eine aus EnvA, indem sie das Gen für EnvA in eine mit Tollwuterregern beimpfte Zellkultur einführten. Derart »verkleidet«, waren die Erreger nicht mehr in der Lage, Säugerzellen zu befallen. Statteten die Forscher jedoch ausgewählte Zielneurone im Mäusegehirn mit dem TVA-Rezeptor aus, drang der Erreger in diese ein. Zusätzlich infizierten sie die Nervenzellen mit Adeno-assoziierten Viren, die das Glykoprotein-Gen des Tollwuterregers enthielten. Waren die veränderten Tollwuterreger nun in ihren Zielneuronen angekommen, streiften sie ihre EnvA-Hülle ab, legten ihren natürlichen Glykoprotein-Mantel an und wanderten »stromaufwärts« weiter ins nächste Neuron.

Neuroforschung im Sturm erobert

Auf die Weise konnten Wickersham und Callaway die Viren in eine definierte Gruppe von Startneuronen einschleusen und anschließend exakt einmal – nämlich auf die jeweils benachbarten Zellen – weiterspringen lassen. Dann sahen sich die Forscher die fluoreszierenden Neurone unter dem Mikroskop an und erkannten, wie die Nervenzellen miteinander verknüpft waren.

Die raffinierte Methode, von ihren Erfindern »Delta-G-Rabies-System« genannt, eroberte die Neurowissenschaften im Sturm. Sie verschaffte den Forschern ganz neue Einblicke darein, welche Hirnzellen untereinander Signale austauschen. Doch wie alle neuen Techniken war sie nicht perfekt: Mitunter spürte sie nicht alle Zellverbindungen auf.

2015 untersuchten meine Kollegen Thomas Reardon, Thomas Jessell, Attila Losonczy und ich, damals alle an der Columbia University, mit Hilfe des Delta-G-Rabies-Systems neuronale Netzwerke, die an der Bewegungssteuerung beteiligt sind. Da wir dabei nur relativ wenige Kontaktstellen zu Motoneuronen in Rückenmark

KURZ ERKLÄRT:

GLYKOPROTEINE
sind Hauptbestandteil vieler Virenhüllen, so auch des Tollwutvirus. Sie dienen der Anheftung an Rezeptoren der Wirtszelle. Erreger, denen das Gen für das zuckerhaltige Eiweiß fehlt, können sich nicht mehr im Wirtskörper ausbreiten.

CHANNELRHODOPSIN
(ChR) ist ein Protein aus Grünalgen, das Ionenkanäle in Zellmembranen bildet. Bestrahlt man es mit blauem Licht, öffnet sich der Kanal, und Ionen strömen in die Zelle ein. Neuroforscher können das zugehörige Gen in das Erbmaterial bestimmter Nervenzellen einfügen, woraufhin diese ChR in ihre Membran einbauen. Die Neurone lassen sich fortan mittels Licht aktivieren.

und Gehirn entdeckten, kam uns der Verdacht, die Methode liefere ein unvollständiges Abbild der Wirklichkeit. Ein weiteres Problem, mit dem wir uns konfrontiert sahen, war der Schaden, den die veränderten Tollwuterreger anrichteten. Sobald diese ein Neuron befallen hatten, starb es binnen weniger Wochen ab. Unsere Sonden veränderten somit das Verhalten der Nervenzellen, was die Interpretation der Ergebnisse erheblich erschwerte.

Matthias Schnell und sein Kollege Christoph Wirblich, heute beide an der Thomas Jefferson University in Philadelphia, hatten Pionierarbeit zur Biologie des Tollwutvirus geleistet, also fragten wir sie um Rat. Die beiden erkannten sofort, dass unsere Probleme mit dem speziellen Virusstamm zusammenhingen, den wir verwendeten. Er war ursprünglich für Impfstoffe gezüchtet worden. Hierfür benötigt man Viren, die sich ungewöhnlich rasch vermehren. Schnell und Wirblich schlugen vor, auf andere Erreger zu wechseln. Da wir unsere Studien an Mäusen durchführten, empfahlen sie einen Virusstamm, der auf die Infektion von Nagern hin optimiert worden war.

Und tatsächlich: Mit Hilfe dieses Erregerstamms konnten wir viel mehr neuronale Verknüpfungen aufspüren als zuvor. Da er zudem daran angepasst war, dem Immunsystem der Maus zu entgehen, brachte er in den befallenen Zellen nur relativ kleine Mengen der viralen Proteine hervor, weshalb die Neurone weitgehend intakt blieben.

Wir optimierten die Viren weiter, indem wir ihr Gen für das fluoreszierende Protein durch eine andere Erbanlage ersetzten, die für ein lichtempfindliches Eiweiß codiert: das Channelrhodopsin (ChR), das ursprünglich aus Grünalgen stammt. Dieses bemerkenswerte Protein öffnet einen Membrankanal, sobald es durch blaues Licht angeregt wird. Daraufhin strömen positiv geladene Ionen in das betreffende Neuron ein, und es entsteht ein elektrisches Signal.

Die von uns genutzte Variante des ChR enthielt darüber hinaus noch fluoreszierende Abschnitte, so dass die infizierten Zellen aufleuchteten. Mit der auf diese Weise verfeinerten Untersuchungsmethode konnten wir nun ganze neuronale Netzwerke dabei beobachten, wie sie bei bestimmten Aktivitäten der Maus feuerten. Außerdem konnten wir sie an- und ausschalten – und das auch noch einen Monat nach der Infektion.

Mittlerweile haben Forscher mit Hilfe des Delta-G-Rabies-Systems zahlreiche neuronale Netzwerke im Gehirn von Versuchstieren kartiert. Die Ergebnisse helfen etwa zu verstehen, wie Nervenzellen die Wahrnehmung und das Verhalten der Tiere steuern. Ein Beispiel ist das visuelle System. Wenn Licht ins Auge fällt, senden Neurone auf der Rückseite der Netzhaut, die retinalen Ganglienzellen, Signale ans Gehirn. Neurowissenschaftler nahmen lange Zeit an, dass diese Signale über Zwischenstationen zur Hirnrinde gelangen. Ein Team um Botond Roska vom Friedrich Miescher Institut für biomedizinische Forschung in Basel verfolgte daher den Weg der Impulse von den retinalen Ganglienzellen bis zum Corpus geniculatum laterale (CGL), einer Hirnregion, die bisher als eine solche Zwischenstation galt.

Die Forscher fanden heraus, dass das CGL drei verschiedene Typen von Neuronen enthält, die visuelle Informationen offenbar unterschiedlich verarbeiten. Weniger als ein Drittel der dort befindlichen Nervenzellen dienen tatsächlich als reine Zwischenstation: Sie leiten die eintreffenden Signale direkt an die Hirnrinde weiter.

Es ist gelungen, einen der gefährlichsten Krankheitserreger in etwas Nützliches zu verwandeln

Rund ein weiteres Drittel empfängt jedoch Kombinationen verschiedener Signale von einem Auge, die restlichen registrieren Impulse aus beiden Augen. Obwohl das CGL also eine frühe Verarbeitungsstufe im visuellen System darstellt, verrechnen die meisten seiner Neurone bereits Informationen aus unterschiedlichen Quellen. Diese Erkenntnis erlaubt ganz neue Schlüsse darauf, wie das Gehirn Seheindrücke von der Netzhaut interpretiert.

An der Columbia University haben meine Kollegen und ich Neurone des Nucleus vestibularis lateralis (NVL) untersucht, einer Hirnregion, die für das Gleichgewichtsempfinden bedeutsam ist. Stellen Sie sich vor,

Sie stehen in einer fahrenden U-Bahn, die unerwartet stoppt. Noch bevor Sie die Situation gedanklich erfasst haben, machen Sie einen schnellen Schritt in Fahrtrichtung, spannen Ihre Beinmuskeln an und greifen reflexhaft nach der nächsten Haltestange. Wie gelingt es dem Gehirn, dermaßen schnell genau die richtigen Muskelgruppen zu aktivieren?

Wir bemerkten, dass der NVL von Mäusen zwei Neuronentypen aufweist, die beide stromabwärts mit verschiedenen Regionen des Nervensystems verbunden sind. Der eine Typ reagiert sehr rasch, wenn das Gehirn einen drohenden Sturz registriert; er veranlasst die Beine, in eine Spreizstellung zu gehen. Etwas später werden die anderen Neurone aktiv und bewirken, dass sich die Muskeln rund um die Beingelenke versteifen. Bei Mäusen konnten wir Zellen beider Gruppen aktivieren, indem wir sie mit veränderten Tollwutviren infizierten und dann über ein Glasfaserkabel blaues Licht in den NVL einstrahlten. So gingen die Nager, sobald wir das Licht einschalteten, beispielsweise sofort in einen Spreizschritt, als wollten sie einen Sturz verhindern – obwohl sie stabil standen.

Neue Erkenntnisse zum Belohnungssystem

Ein Team um Naoshige Uchida von der Harvard University nutzte die Tollwuterreger, um eine andere wichtige Frage der Hirnforschung zu beantworten: Welche Funktion haben die zahlreichen Zellen, die den Neurotransmitter Dopamin ausschütten? Solche dopaminergen Neurone in zwei Hirnregionen, der Substantia nigra pars compacta (SNc) und der Area tegmentalis ventralis (ATV), helfen beim Verarbeiten von Belohnungsreizen. Sie spielen zum Beispiel bei Suchtverhalten eine entscheidende Rolle und werden unter anderem aktiv, wenn ein Versuchstier eine Leckerei bekommt oder wenn ein sensorischer Reiz anzeigt, dass es gleich eines bekommen wird. Das entspräche beim Menschen etwa dem Verzehr eines Schokoriegels beziehungsweise dem Knistern der Verpackung, wenn man den Riegel auswickelt. Um herauszufinden, welche Art von Information diese Neurone empfangen, ermittelten die Wissenschaftler, wie jene Zellen mit anderen Hirnregionen vernetzt sind. Mit Hilfe des Delta-G-Rabies-Systems stellten sie fest: Dopaminerge Neurone in der SNc erhalten Informationen über die Bedeutung eines Reizes – also etwa darüber, ob das Knistern der Verpackung einen Schokoriegel ankündigt. Die Nervenzellen in der ATV hingegen bekommen Informationen über die Qualität einer Belohnung, beispielsweise darüber, wie gut der Schokoriegel schmeckt.

Bei Parkinsonpatienten gehen dopaminerge Neurone in der SNc zu Grunde. Interessanterweise haben Uchida und seine Kollegen entdeckt, dass wichtige Eingangssignale dieser Zellen aus dem Nucleus subthalamicus stammen, einer kleinen linsenförmigen Hirnregion, die an der Steuerung von Körperbewegungen mitwirkt. Bei der so genannten Tiefenhirnstimulation reizt man den Nucleus subthalamicus mit Elektroden, was die Symptome der Parkinsonkrankheit abmildern kann. Außerdem gibt es noch andere Hirnbereiche, die Signale in die SNc senden, wie die Gruppe um Uchida gezeigt hat; möglicherweise verschafft auch deren elektrische Stimulation manchem Parkinsonpatienten Linderung.

Obwohl Forscher mit dem Delta-G-Rabies-System bereits beeindruckende Erkenntnisse gewinnen konnten, lässt sich das Werkzeug natürlich noch weiter verbessern. So erscheint es denkbar, ein Virus zu konstruieren, das stromabwärts wandert. Auf die Weise könnten wir herausfinden, in welche Zielneurone ein Nervenimpuls aus dem Gehirn wandert. Oder eines, das nur aktive Verbindungen zwischen Nervenzellen aufspürt und selektiv jene Netzwerke markiert, die an ganz bestimmten Verhaltensweisen mitwirken. Jedenfalls ist es schon jetzt gelungen, einen Krankheitserreger, der die Menschheit über Jahrtausende in Angst und Schrecken versetzt hat, in etwas Nützliches zu verwandeln. ★

QUELLEN

Ghanem, A., Conzelmann, K. K.: G Gene-Deficient Single-Round Rabies Viruses for Neuronal Circuit Analysis. *In: Virus Research 216, S. 41–54, 2016*

Watabe-Uchida, M. et al.: Whole-Brain Mapping of Direct Inputs to Midbrain Dopamine Neurons. *In: Neuron 74, S. 858–873, 2012*

Wickersham, I. R. et al.: Monosynaptic Restriction of Transsynaptic Tracing from Single, Genetically Targeted Neurons. *In: Neuron 53, S. 639–647, 2007*

Dieser Artikel im Internet: www.spektrum.de/artikel/1623838

EMOTIONEN Ob Freude, Trauer, Angst oder Wut: Per Bildgebung können Wissenschaftler unsere Gefühle inzwischen direkt aus dem Gehirn ablesen.

Der neuronale Gefühlscode

VON SERGE STOLÉRU

Auf dieses Meeting haben Sie sich lange vorbereitet. Sie lächeln leicht, Ihre Miene ist kontrolliert, Ihr Auftreten sicher. Aufrecht sitzen Sie auf Ihrem Stuhl, sprechen mit ruhiger, gefasster Stimme. Nach außen wirken Sie vollkommen gelassen, aber in ihrem Inneren brodelt es. Sie freuen sich über die Gelegenheit, Ihre Arbeitsergebnisse vor dem gesamten Team präsentieren zu dürfen. Doch die Verspätung eines Kollegen kostet Sie Nerven, und das Verhalten Ihres Chefs, der ganz anderes reagiert, als Sie es erwartet haben, macht Sie nervös. Gut, dass sich all das für andere unsichtbar in Ihrem Kopf abspielt.

Schon bald könnten Neurowissenschaftler allerdings dazu in der Lage sein, solche Vorgänge aufzudecken. Denn was auch immer wir unternehmen, um unsere Gefühle zu verbergen, unser Gehirn wird bei Empfindungen wie Freude, Trauer und Wut auf ganz spezifische Art und Weise aktiv – und diese Hirnaktivität lässt sich mit modernen Methoden der Bildgebung erfassen.



UNSER EXPERTE

Serge Stoléru ist promovierter Psychologe und Mediziner sowie Gruppenleiter am Centre de recherche en Épidémiologie et Santé des Populations (CESP) im französischen Villejuif.

Schon lange fahnden Forscher nach den neuronalen Korrelaten von Emotionen. Dabei setzen sie vor allem auf die funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRT) und die Positronenemissionstomografie (PET) (siehe »Kurz erklärt«, S. 50). Mit deren Hilfe konnten sie jene Hirnareale identifizieren, die beim Erleben von Gefühlen eine Schlüsselrolle spielen, wie zum Beispiel die Mandelkerne (Amygdalae) tief im Inneren des Gehirns. Lange fiel es ihnen aber schwer, Emotionen scharf voneinander zu unterscheiden. So betrachtete man die Amygdala etwa zunächst als reines Angstzentrum, bevor Wissenschaftler entdeckten, dass sie auch an einer Reihe von anderen Gemütsregungen beteiligt ist. Nur ein einzelnes Areal zu untersuchen, reicht also nicht aus, um die Grundlagen unseres Gemütslebens zu entschlüsseln.

Der Durchbruch kam schließlich mit einem neuen Analyseverfahren für die Daten, die mittels funktioneller Bildgebung gewonnen werden: der »multi-voxel pattern analysis«, kurz MVPA. Bei Standardbildgebungsverfahren konzentrieren sich die Forscher üblicherweise auf bestimmte Voxel (dreidimensionale Pixel), deren Aktivierung und Deaktivierung sie gesondert analysieren. Bei der MVPA wird hingegen die Reaktion des gesamten Gehirns betrachtet. Dabei dient typischerweise ein Teil der Daten dazu, während einer Lernphase einen Algorithmus zu »kalibrieren«, also für den betreffenden Zweck zu eichen. Der Algorithmus geht sämtliche Voxel durch, sucht nach übergreifenden Mustern in der Hirnaktivität und verfeinert dann seine Parameter, damit er die Muster in Zukunft besser erken-



Unsere Emotionen sind uns ins Gesicht geschrieben – doch auch die neuronalen Aktivitätsmuster verraten, was jemand gerade fühlt.

UNSPLASH / JAMIE BROWN (UNSPLASH.COM/PHOTOS/WM4DUVIPLJ8)

nen kann. Dies erlaubt schließlich eine besonders detaillierte Analyse.

Doch reicht das aus, um unter Milliarden neuronaler Signale genau jene zu identifizieren, die mit unseren Gefühlen einhergehen? Offenbar schon. 2016 fahndeten Heini Saarimäki und ihr Team von der Universität Aalto in Finnland nach typischen Mustern für die sechs Basisemotionen Ekel, Traurigkeit, Freude, Angst, Wut und Überraschung. Dazu spielten sie Versuchspersonen während einer fMRT kurze Filme vor. Manche davon hatten neutrale Inhalte, andere waren dazu gedacht, verschiedene Emotionen bei den Zuschauern zu wecken. Anschließend fragten die Forscher die Probanden, was sie während der einzelnen Szenen empfunden hatten. In einem weiteren Experiment wurden die Teilnehmer – ebenfalls im Hirnscanner liegend – dazu aufgefordert, sich in 36 verschiedene emotionale Zustände hineinzubegeben und die entsprechenden Gefühle zu empfinden. Seelische Verfassungen wie »nervös«, »ängstlich« oder »erschrocken« repräsentierten dabei etwa die Emotion Angst. In einem dritten und letzten Experiment kombinierten die Wissenschaftler schließlich beide Ansätze miteinander: Zuerst weckten sie bei ihren Versuchspersonen Gefühle durch Kurzfilme, anschließend mussten die Teilnehmer sich selbst in verschiedene Gemütsregungen versetzen.

Die Ergebnisse der Untersuchung bestätigen, dass jede der Basisemotionen eine eigene neuronale Signatur zu besitzen scheint. So konnte ein Algorithmus anhand der Hirnaktivität der Teilnehmer in allen drei Versuchen oftmals korrekt vorhersagen, was diese gerade empfanden. Dabei tippte der Computer zwar nicht immer richtig, doch seine Trefferquote lag deutlich über jener, die sich mit zufälligem Raten hätte erzielen lassen. Das zeigte etwa das Experiment, in dem sich die Probanden verschiedene Gefühle vorstellen und diese empfinden sollten: Würde der Algorithmus nach dem Zufallsprinzip arbeiten, läge er hier nur in ungefähr 17 Prozent aller Fälle richtig – er hätte eine Chance von eins zu sechs, da er aus sechs Basisemotionen eine auswählen muss. Tatsächlich traf die Prognose des Programms in 55 Prozent aller Fälle zu; es gelang ihm also offenbar, im Gehirn der Teilnehmer für jede Emotion ein spezifisches Aktivitätsmuster aufzuspüren.

Ein eigenes Areal für einzelne Gefühle wie Freude oder Trauer gibt es allerdings nicht: Vielmehr gingen

Auf einen Blick: Ich sehe was, was du grad fühlst!

1 Die so genannte »multi-voxel pattern analysis« (MVPA) ermöglicht es Forschern erstmals, anhand der Hirnaktivität eines Probanden direkt auf seine Gefühle zu schließen.

2 Dabei lassen sich bei Testpersonen im Hirnscanner mit Hilfe von lernfähigen Algorithmen spontane Gemütsregungen erfassen.

3 Wissenschaftler hoffen, damit künftig die Diagnostik und Behandlung verschiedenster Störungen bis hin zum Koma verbessern zu können.

die Muster, die der Algorithmus zu Tage förderte, mit der kombinierten Aktivität in mehreren Hirnregionen einher. Unterschiede diesbezüglich ließen sich vor allem in medianen kortikalen Strukturen beobachten, die sich also auf der Innenseite der beiden Hemisphären befinden, aber auch in Arealen, die Forscher schon lange mit Emotionen in Verbindung bringen, wie etwa der Inselrinde und der Amygdala.

Wie die Emotionen ausgelöst werden, scheint dabei nicht von Bedeutung zu sein. Das konnten Saarimäki und ihre Kollegen zeigen, indem sie ihren Algorithmus speziell anhand jener Aktivitätsmuster kalibrierten, die ihre Versuchsteilnehmer beim Imaginieren von Emotionen zeigten. Anschließend setzten sie das Programm auf die Muster an, die beim Anschauen von Filmen entstehen – und umgekehrt. Dabei erzielte es immerhin eine Trefferquote von 29 Prozent, was ebenfalls deutlich über dem Zufall liegt.

Die Signaturen für die einzelnen Emotionen ähnelten sich zudem bei allen Probanden. Entsprechend konnte der Algorithmus die Gefühle einer Person selbst dann noch erkennen, wenn er mit Hilfe der Daten eines anderen Versuchsteilnehmers geeicht worden war. Je mehr sich zwei neuronale Signaturen glichen, desto ähnlicher waren die emotionalen Zustände, von denen die Probanden berichteten. So stimmten etwa die Aktivitätsmuster bei verwandten Empfindungen wie Ängstlichkeit und Erschrockenheit relativ gut überein.

KURZ ERKLÄRT:

FUNKTIONELLE MAGNETRESONANZTOMOGRAFIE
Die funktionelle Magnetresonanztomografie (fMRT) erfasst mittels Magnetfeldern, in welchen Regionen des Gehirns besonders viel sauerstoffreiches Blut fließt. So lässt sich ermitteln, welche Areale gerade aktiv sind.

POSITRONEN-EMISSIONSTOMOGRAFIE
Bei der Positronenemissionstomografie (PET) werden Stoffwechselvorgänge im Körper mit Hilfe von schwach radioaktiven Substanzen sichtbar gemacht.

Die Erkenntnisse von Saarimäki und ihren Kollegen haben auch Auswirkungen auf unsere Vorstellung davon, wie Emotionen im Gehirn codiert werden. Früher gingen Wissenschaftler von einer einfachen Lokalisationstheorie aus: Die Aktivität in einigen Schlüsselarealen wie der Amygdala schuf demnach eine breite Palette affektiver Zustände. Auch laut moderneren Auffassungen gibt es lokale Muster für Gefühle, aber sie umfassen eine Vielzahl von Arealen, und das »Schweigen« bestimmter Regionen ist dabei ebenso wichtig. So gilt es zum Beispiel unter Fachleuten nicht mehr als so zentral, welche Aktivität die Amygdala selbst zeigt. Interessant ist stattdessen, wie sie dabei mit anderen Hirnregionen zusammenwirkt.

Spontane Gemütsregungen

Saarimäki und ihr Team lösten die Gefühle ihrer Probanden in ihren Experimenten mehr oder weniger künstlich aus. Aber wie verhält es sich mit spontanen Gemütsregungen: Kann man sogar unvermittelt auftretende Emotionen durch die dabei messbare Hirnaktivität eindeutig identifizieren?

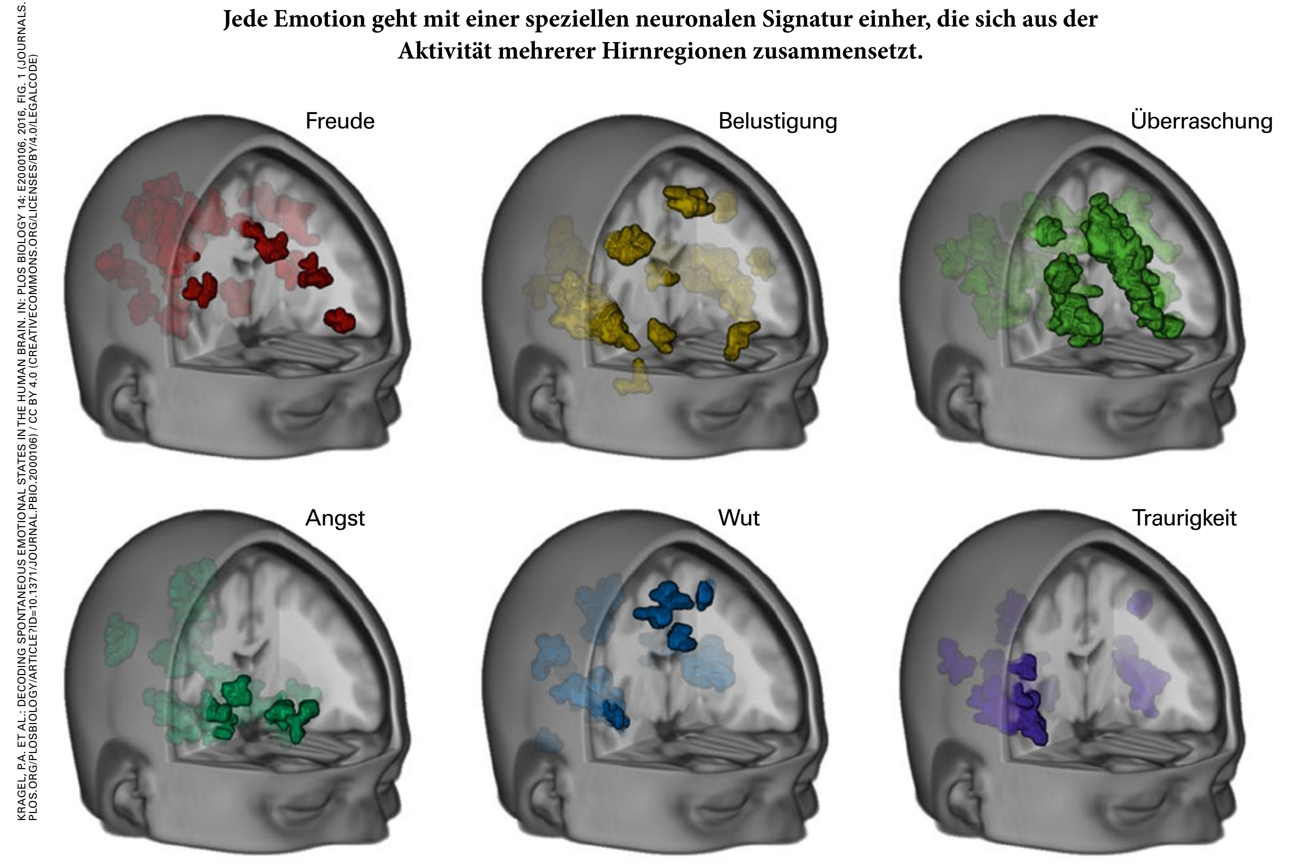
Dieser Frage gingen Forscher um Philip Kragel von der Duke University in North Carolina 2016 nach. Sie hatten bereits im Vorjahr anhand von Testpersonen, die im Scanner Filme schauten oder Musikstücke hörten, ebenfalls einen Algorithmus entwickelt, der die neuronalen Signaturen von Emotionen identifizieren kann. Die Muster, auf die Kragel und Kollegen dabei stießen, ähneln denen, die auch Saarimäki und ihr Team entdeckten – eine Metaanalyse dazu steht jedoch noch aus.

In ihrem aktuellen Experiment befragten die Wissenschaftler ihre Probanden in regelmäßigen Abständen zu ihrer Gemütslage, während diese ruhig im Hirnscanner lagen. Auch hier gelang es ihnen, die Emotionen der Versuchsteilnehmer mittels der Hirnaktivität in vielen Fällen korrekt zu identifizieren. Zudem veränderte sich der Zustand der Probanden mit der Zeit: Angstgefühle nahmen allmählich ab, die Gefühlslage wurde zunehmend neutraler. Das passt zu den Befunden früherer Untersuchungen, die zeigen konnten, dass sich Versuchspersonen in einem fMRT-Gerät oft zunächst ängstlich fühlen, diese Empfindung aber nach und nach verschwindet.

Außerdem mussten die Versuchsteilnehmer per Fragebogen Auskunft über ihre allgemeine emotionale

Ins Gehirn geschrieben

Jede Emotion geht mit einer speziellen neuronalen Signatur einher, die sich aus der Aktivität mehrerer Hirnregionen zusammensetzt.



Kragel, P. A. et al.: Decoding Spontaneous Emotional States in the Human Brain. In: PLoS Biology 14, e2000106, 2016

Verfassung geben. Die Idee dahinter: Menschen, die hohe Werte auf einer Depressionsskala erzielen, sind im Schnitt auch häufiger traurig als andere Personen, Menschen mit einer Neigung zu Ängsten fürchten sich hingegen schneller. Und tatsächlich identifizierte der Algorithmus während der Zeit im Scanner bei den depressiven oder ängstlichen Probanden mehrfach die entsprechenden Gemütsregungen.

Die Wissenschaftler glauben, dass Bildgebungsverfahren Menschen damit künftig helfen könnten, besser mit emotionalen Schwierigkeiten umzugehen. Zum Beispiel, weil sie damit eine Depression leichter diagnostizieren oder die Wirksamkeit von Therapiemethoden besser bewerten können: Treten Aktivitätsmuster spontaner Traurigkeit seltener auf, könnte das etwa ein Zeichen dafür sein, dass eine Behandlung anschlägt. Besonders interessant wäre dieser Ansatz vor allem für Patienten, die an Alexithymie oder auch »Gefühlsblindheit« leiden. Die Betroffenen können ihre eigenen Empfindungen weder identifizieren noch beschreiben. Schätzungen zufolge tritt das Phänomen etwa bei 10 bis 15 Prozent aller Menschen auf.

Und selbst Komapatienten, die zwar wach sind, aber nicht mehr kommunizieren können, würden vielleicht davon profitieren, wenn Forscher ihre Emotionen direkt aus dem Gehirn ablesen: Womöglich öffnet die Technik ein Fenster zu ihrem inneren Erleben und bietet ihnen so einen Weg aus ihrer Isolation. ★

QUELLEN

Kragel, P. A. et al.: Decoding Spontaneous Emotional States in the Human Brain. *In: PLoS Biology 14, e2000106, 2016*

Saarimäki, H. et al.: Discrete Neural Signatures of Basic Emotions. *In: Cerebral Cortex 26, S. 2563–2573, 2016*

Dieser Artikel im Internet: www.spektrum.de/artikel/1623840

ART OF NEUROSCIENCE COMPETITION Jedes Jahr zeichnet das Netherlands Institute for Neuroscience in Amsterdam Kunstwerke zum Thema »Neurowissenschaft« aus. Eine Auswahl der besten Werke.

Die Ästhetik des Gehirns

VON DANIEL ACKERMAN UND LIZ TORMES

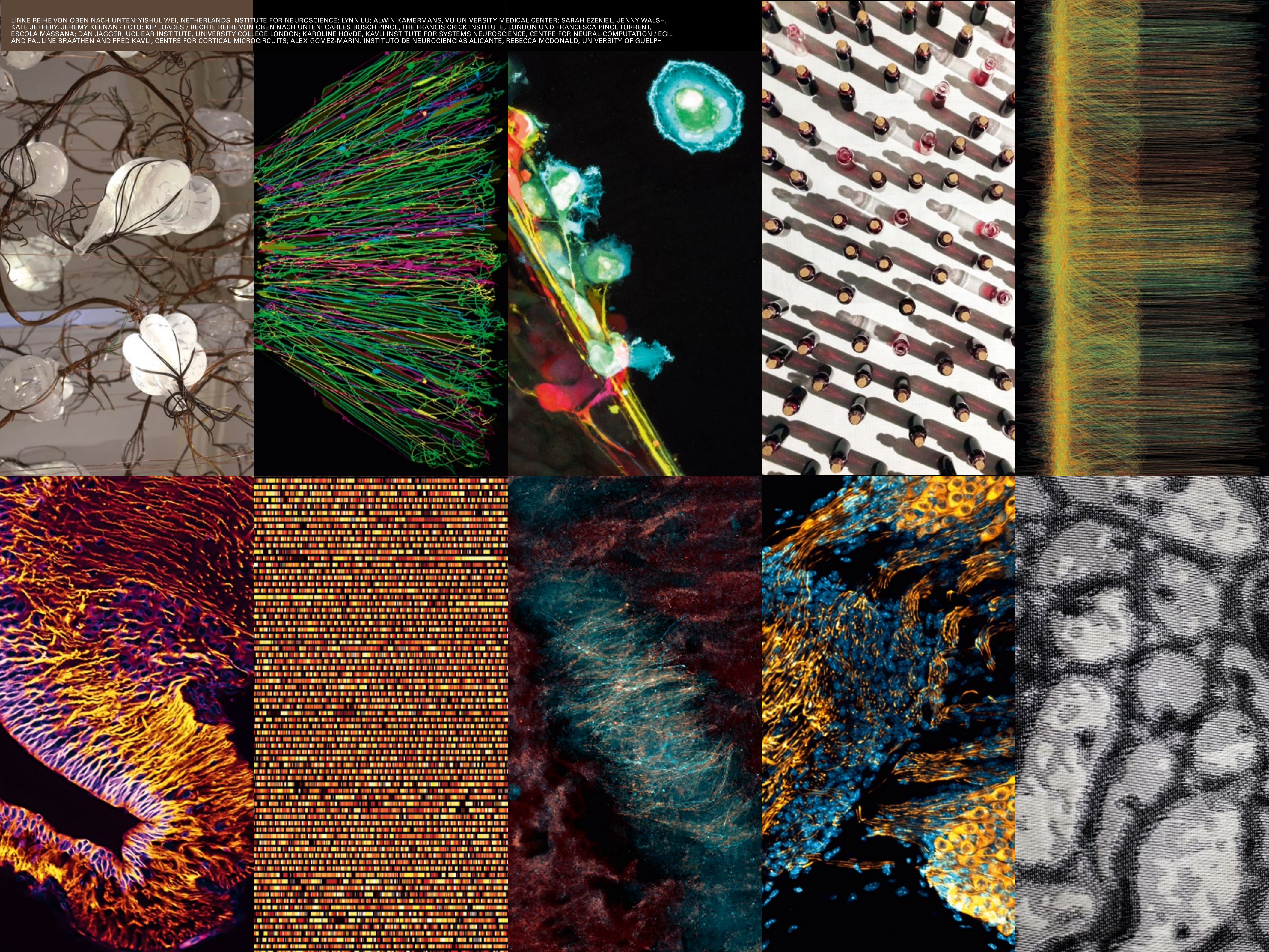
Hirnforschung ist eine nüchterne Angelegenheit. Meistens. Dass es auch anders sein kann, zeigt der Wettbewerb »Art of Neuroscience«, den das Netherlands Institute for Neuroscience jährlich durchführt. Die Idee dahinter: Forscher und Künstler rücken das Gehirn in ein außergewöhnliches Licht. Die Teilnehmer von 2018 erstellten aus Farbe, Klang, Licht und – in einem Fall – menschlichem Blut originelle Installationen und Bilder.


SARAH NALVEN


CLARENCE KLINGEBIEL

UNSERE AUTOREN

Daniel Ackerman ist Wissenschaftsjournalist in Minneapolis in Minnesota. *Liz Tormes* ist Bildredakteurin bei »Scientific American«. 2018 war sie Teil der Jury der Art of Neuroscience Competition.



LINKE REIHE VON OBEN NACH UNTEN: YISHUL WEI, NETHERLANDS INSTITUTE FOR NEUROSCIENCE; LYNN LU; ALWIN KAMERMANS, VU UNIVERSITY MEDICAL CENTER; SARAH EZEKIEL; JENNY WALSH, KATE JEFFERY, JEREMY KEENAN / FOTO: KIP LOADES / RECHTE REIHE VON OBEN NACH UNTEN: CARLES BOSCH PIÑOL, THE FRANCIS CRICK INSTITUTE, LONDON UND FRANCESCA PIÑOL TORRENT, ESCOLA MASSANA; DAN JAGGER, UCL EAR INSTITUTE, UNIVERSITY COLLEGE LONDON; KAROLINE HOVDE, KAVLI INSTITUTE FOR SYSTEMS NEUROSCIENCE, CENTRE FOR NEURAL COMPUTATION / EGIL AND PAULINE BRAATHEN AND FRED KAVLI, CENTRE FOR CORTICAL MICROCIRCUITS; ALEX GOMEZ-MARIN, INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS ALICANTE; REBECCA MCDONALD, UNIVERSITY OF GUELPH

LYNN LU

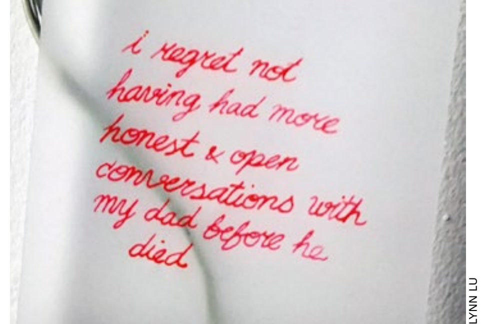
GEWINNER-BEITRAG



VESTAL MCINTYRE



VESTAL MCINTYRE

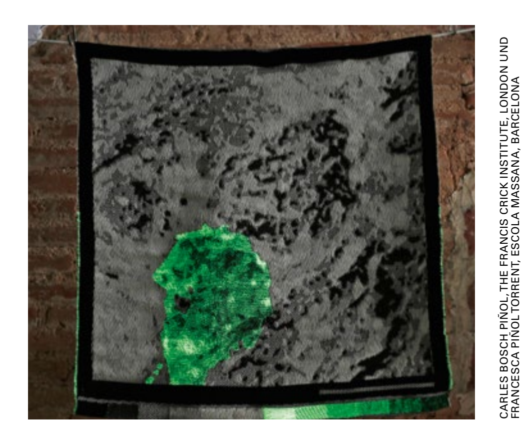


LYNN LU

Metaphorischer Blutaustausch

Als Gewinner des Wettbewerbs ging eine Installation der Künstlerin Lynn Lu und der Neurowissenschaftlerin Carmine Pariante hervor. Das Thema: Blut als Verbindung zwischen Psyche und Körper. Pariante erforscht am King's College London, wie Stress Entzündungsreaktionen im Blut anstößt und wie diese die Bildung neuer Nervenzellen im Gehirn hemmen. Die Forscherin fand eine Erklärung dafür, wie psychische Überlastung Depressionen begünstigen kann.

Bei der Performance bat Lu die Besucher zu erzählen, was sie in ihrem Leben am meisten bereuten. Die Künstlerin schrieb die Äußerungen mit roter Tinte auf ein Pergament und entnahm den Teilnehmern einen Tropfen Blut aus dem Finger. Im Gegenzug bot sie ihnen einen Schluck »entzündungshemmenden« Rote-Bete-Saft an. Mit der Zeit stapelten sich die leeren Saftflaschen, und die Wand füllte sich mit den Ausdrücken der Reue.







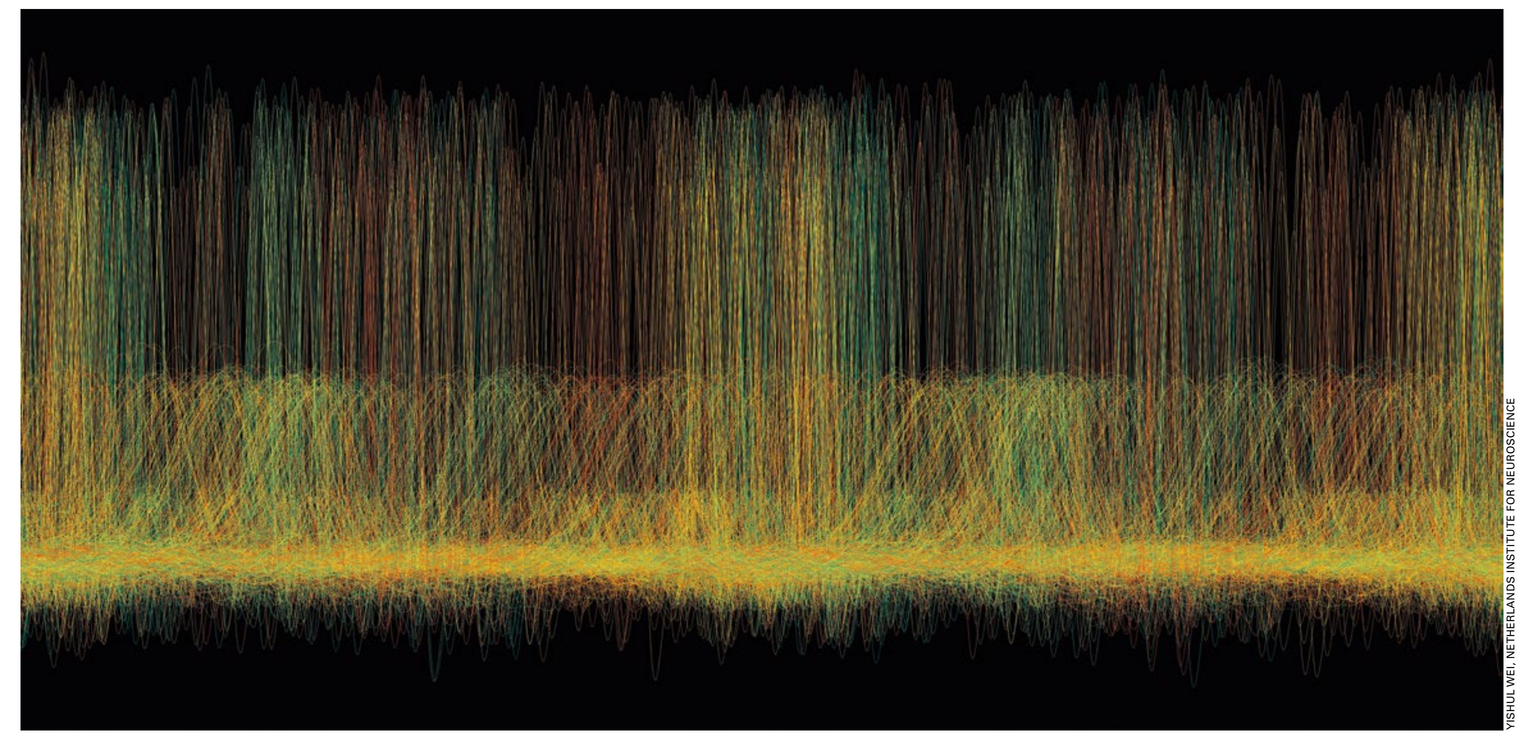
CARLES BOSCH PIÑOL, THE FRANCIS CRICK INSTITUTE, LONDON UND FRANCESCA PIÑOL TORRENT, ESCOLA MASSANA, BARCELONA

Geruchslandschaften

Diese Wandteppiche erinnern an Luftaufnahmen von Inseln im Meer oder von Wasserstraßen, die sich durch Marschland schlängeln. Aber stattdessen zeigen die Stoffe winzige »neuronale Landschaften« im Riechkolben des Gehirns. Der Neurowissenschaftler Carles Bosch Piñol vom Francis Crick Institute in London hatte zuvor mikroskopische Aufnahmen dieser Hirnstruktur erstellt, welche die Künstlerin Francesca Piñol Torrent von der Escola Massana in Barcelona dann als Vorlage für ihre großformatigen Webstücke nahm.

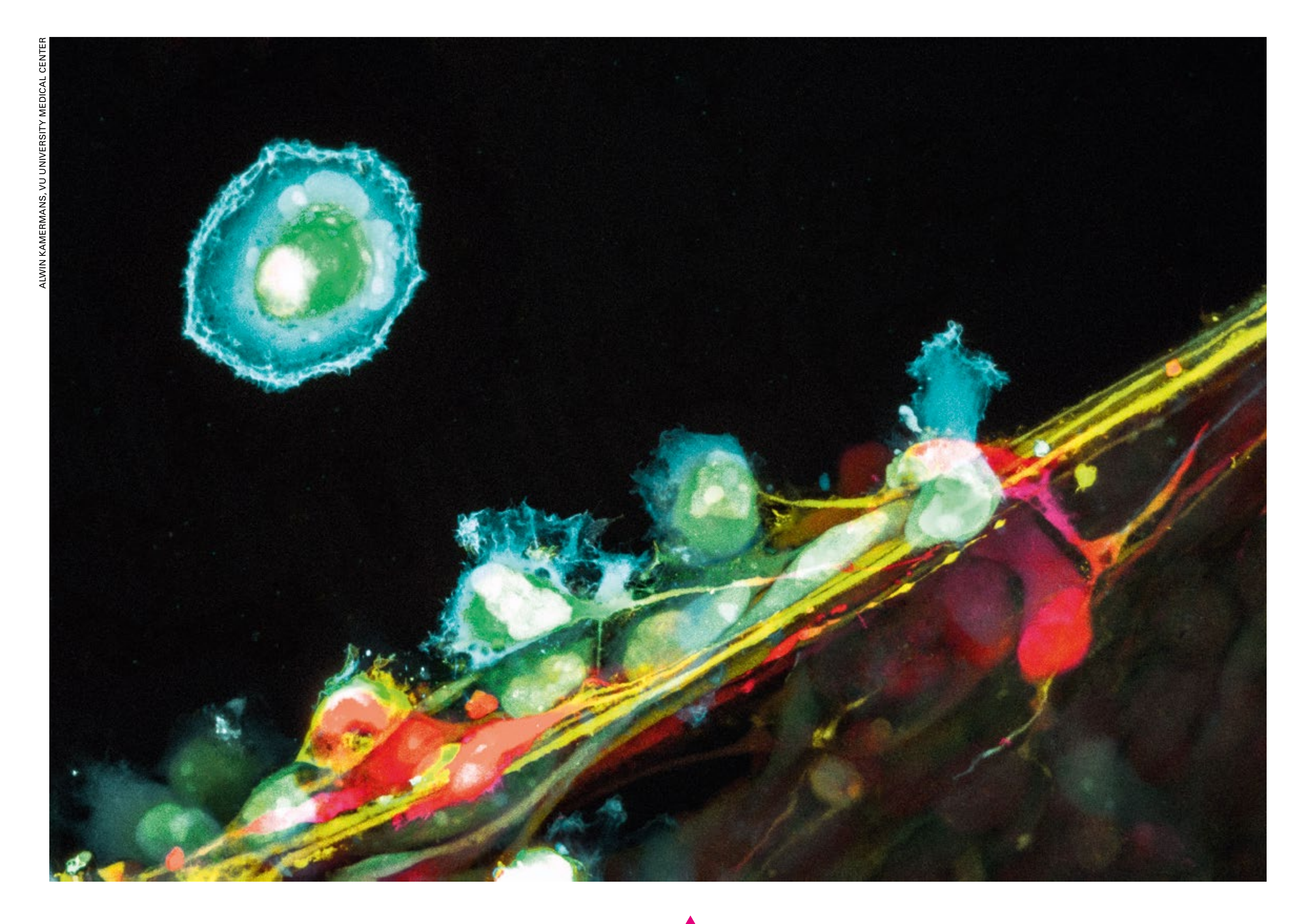
CARLES BOSCH PIÑOL, THE FRANCIS CRICK INSTITUTE, LONDON UND FRANCESCA PIÑOL TORRENT, ESCOLA MASSANA, BARCELONA

JENNY WALSH, KATE JEFFERY, JEREMY KEENAN / FOTO: KIP LOADES



YISHUL WEI, NETHERLANDS INSTITUTE FOR NEUROSCIENCE

ALWIN KAMERMANS, VU UNIVERSITY MEDICAL CENTER



◀ Klangvolles Navigationssystem

Für diese Glas-Draht-Installation ließen sich die Künstler Jenny Walsh und Jeremy Keenan von Forschungsarbeiten zum Orientierungssinn inspirieren. Die Neurowissenschaftlerin Kate Jeffery vom University College London untersucht neuronale Netzwerke im Gehirn von Ratten, die auf ganz unterschiedliche Ausrichtungen ansprechen. Jedes Mal, wenn die Tiere den Kopf drehen, werden die passenden Nervenzellen aktiv. Die Künstler symbolisierten diese Eigenschaft, indem sie mehrere Glühbirnen – die Neurone – nacheinander aufleuchten ließen. Je nach Blickrichtung der imaginären Ratte flackerte eine andere neuronale Kette, was sie zusätzlich durch unterschiedliche Musikakkorde untermalten.

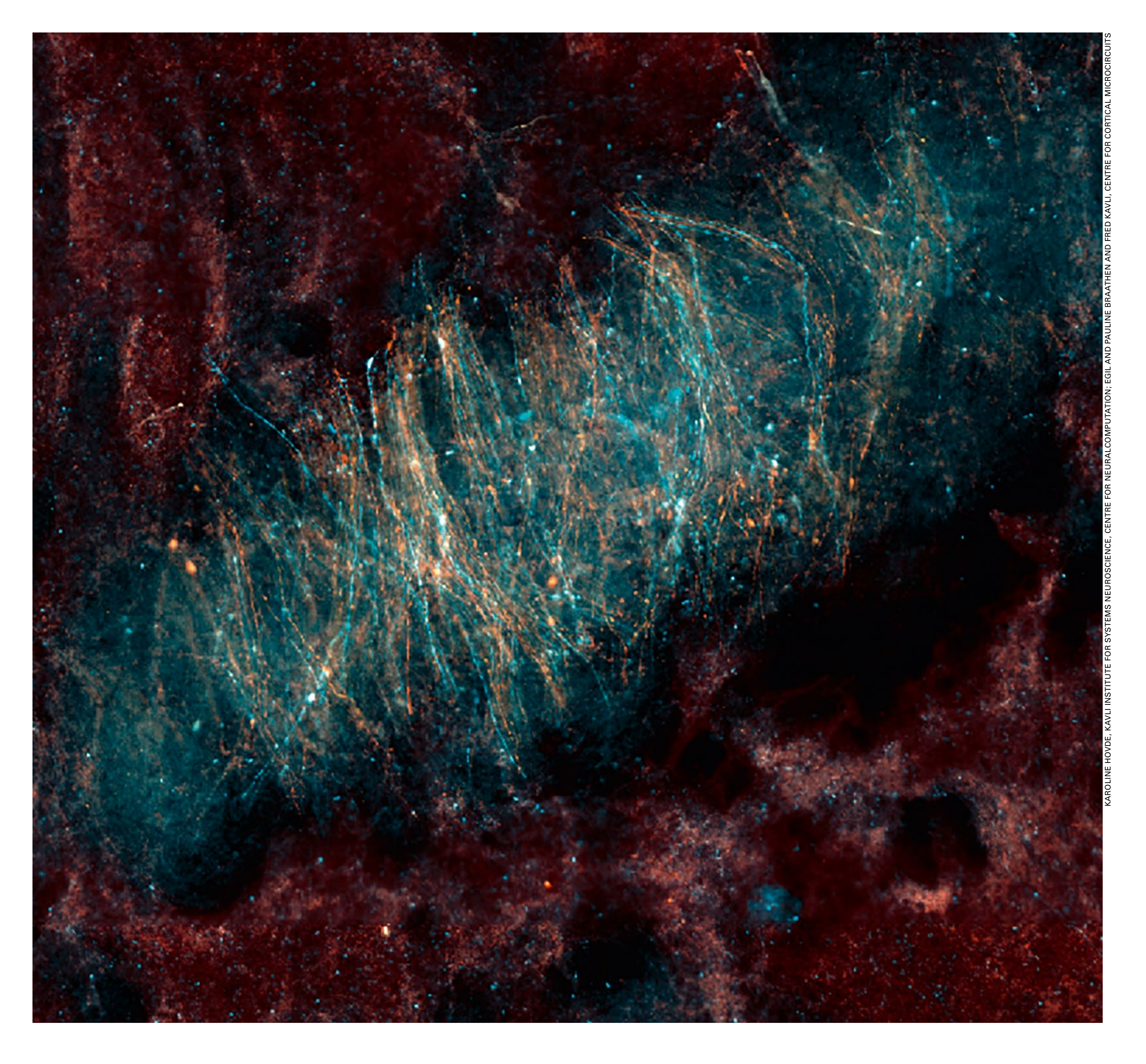
▲

Aggressive Farbkleckse

Alwin Kamermans vom VU University Medical Center in Amsterdam hat die Zellen eines menschlichen Hirntumors, eines so genannten Astrozytoms, verfremdet. Das Werk besteht aus 64 übereinandergelegten Einzelbildern, die er mit dem Mikroskop in unterschiedlichen Brennweiten aufgenommen und verschiedenfarbig eingefärbt hat. Blaue Strukturen sind am weitesten vom Betrachter entfernt, rote am nächsten.

◀ Der Rhythmus des Lebens

Das autonome Nervensystem hält unser Herz Tag und Nacht in Schwung. Aber perfekt gleichmäßig schlägt es nicht, auch nicht im Schlaf. Yishul Wei vom Netherlands Institute for Neuroscience hat die Kurven mehrerer 15-minütiger EKG-Messungen eines schlafenden Probanden überlagert. Dabei entstand ein aus der Nähe betrachtet filigranes, aus der Ferne eher verwaschen anmutendes Linienmuster. Bei einem absolut regelmäßigen Herzschlag würden die Kurven exakt aufeinanderliegen.



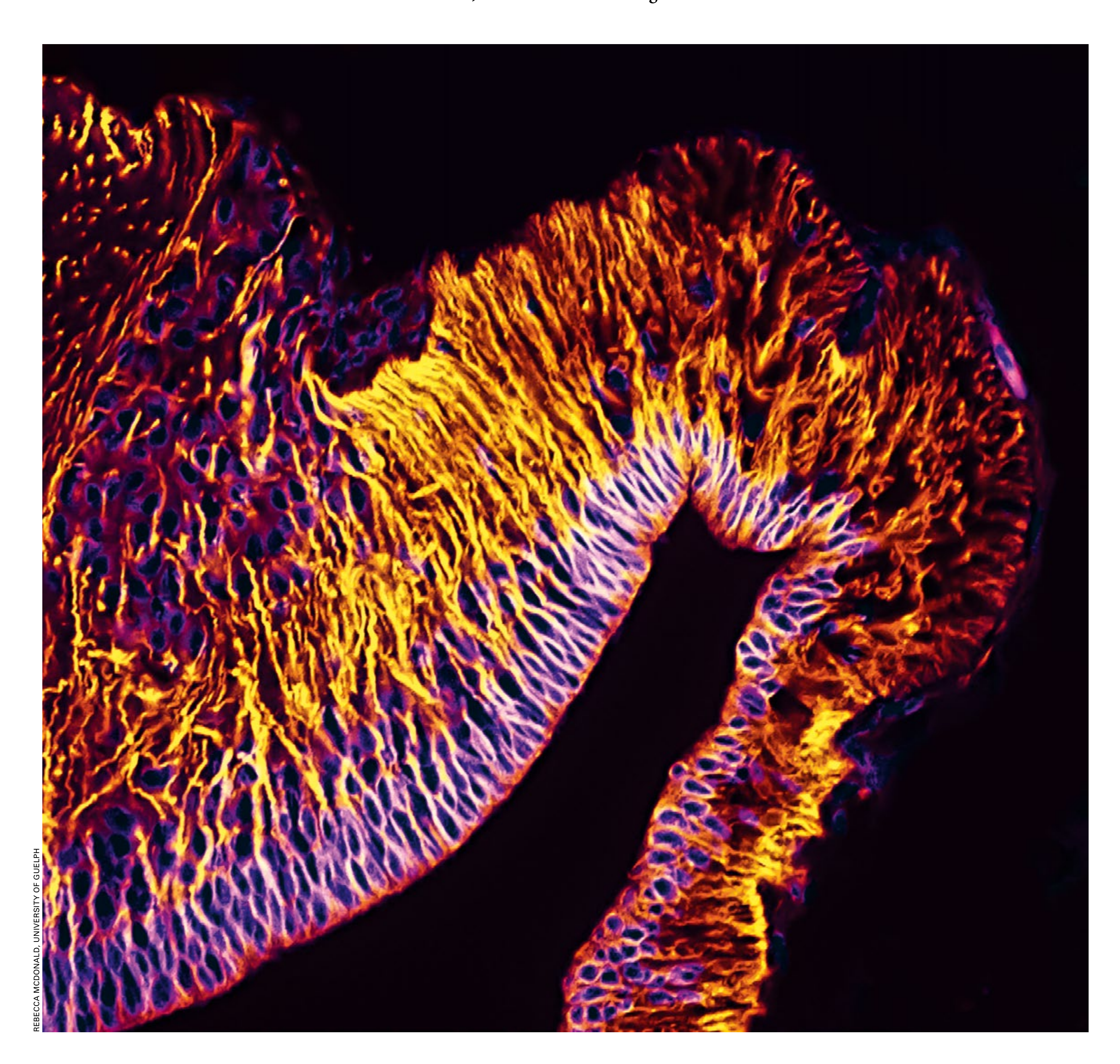
KAROLINE HOVDE, KAVLI INSTITUTE FOR SYSTEMS NEUROSCIENCE, CENTRE FOR NEURALCOMPUTATION; EGIL AND PAULINE BRAATHEN AND FRED KAVLI, CENTRE FOR CORTICAL MICROCIRCUITS

Neuronale Milchstraße

Diese Aufnahme entstand nicht mit einem Fernrohr, sondern mit einem Mikroskop. Ein dichtes Bündel von blau und orange gefärbten Axonen – den dünnen Leitungsbahnen der Neurone – durchquert den kastanienbraunen Schleier des Striatums im Zentrum des Gehirns. Die Neurowissenschaftlerin Karoline Hovde von der Technisch-Naturwissenschaftlichen Universität Norwegens hat die galaktisch anmutende Szene eingefangen.

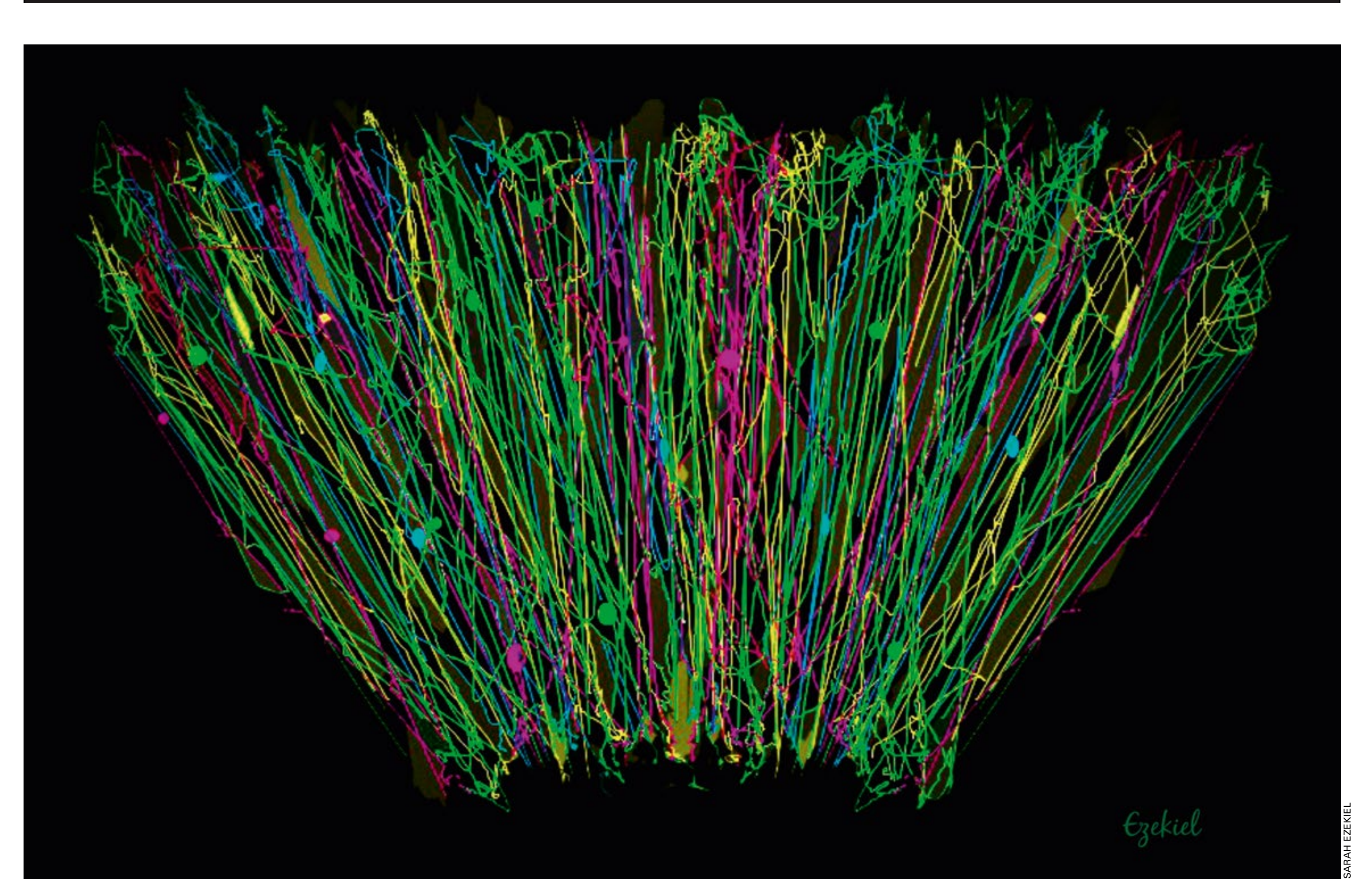
Flammende Stammzellen

Anders als bei den meisten Tieren wachsen beim Leopardgecko verlorene Gliedmaßen wieder nach. Doch das ist nicht alles: Die Echsen sind zudem in der Lage, Teile ihres Gehirns zu regenerieren, wenn dieses verletzt wurde. Das fand Rebecca McDonald von der University of Guelph in Ontario heraus. Sie entdeckte im Gehirn der Tiere neuronale Stammzellen, die für diese Eigenschaft verantwortlich sein könnten. Auf der leuchtenden Mikroskopaufnahme sind sie zu sehen – die Kerne der Zellen fluoreszieren in Violett, ihre Ausläufer in Orange.

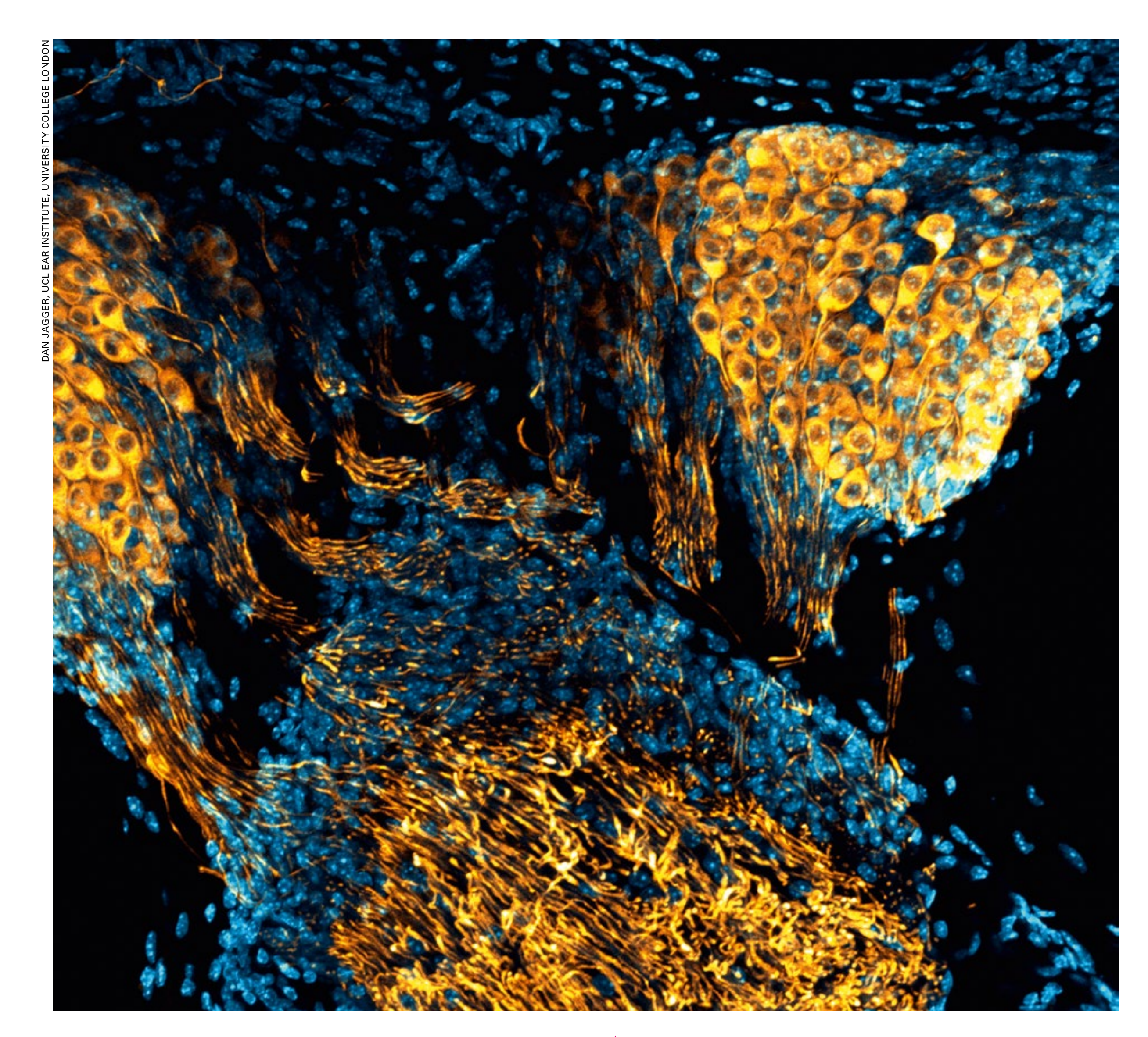


REBECCA MCDONALD, UNIVERSITY OF GUELPH

ALEX GOMEZ-MARIN, INSTITUTO DE NEUROCIENCIAS ALICANTE



SARAH EZEKIEL


DAN JAGGER, UCL EAR INSTITUTE, UNIVERSITY COLLEGE LONDON

◀ Tanz der Fadenwürmer

Alex Gomez-Marin vom Neurowissenschaftlichen Institut von Alicante in Spanien untersucht die Bewegungen von Fadenwürmern. Die winzigen Tiere können dabei rund 90 charakteristische Körperhaltungen einnehmen. Der Forscher beobachtete die Tierchen und protokollierte die Ergebnisse in Form dieser bunten Matrix: Jede Spalte zeigt die Regungen eines bestimmten Wurms, wobei jeder Farbton eine andere Körperhaltung codiert.

▲ Goldener Hörnerv

Die fluoreszenzmikroskopische Aufnahme zeigt den Hörnerv einer Maus. Der Audiologe Dan Jagger vom University College London hatte die Neurone zuvor orange-gold eingefärbt und die Zellkerne azurblau. So entstand ein Bild, das von Weitem aussieht wie ein goldenes Flussbett, durch das blaues Wasser strömt.

◀ Im Auge des Betrachters

Mit der Brainbow-Technik können Neurowissenschaftler einzelne Nervenzellen jeweils in einem bestimmten Farbton sichtbar machen. Die Künstlerin Sarah Ezekiel nutzte eine Apparatur, die ihre eigenen Augenbewegungen aufzeichnete, während sie eine Brainbow-Aufnahme betrachtete. Eine Software übertrug die Spuren ihrer Blicksprünge in das Bild. So entstand dieses bunte Werk aus verschlungenen Linien und Punkten.

Dieser Artikel im Internet:
www.spektrum.de/artikel/1623842

WEBTIPP

Alle eingereichten Werke der Art of Neuroscience Competition 2018 sind online zu finden unter
https://aon.nin.knaw.nl/index.php/portfolio/2018/



UNSPLASH / KINGA CICHEWICZ (UNSPLASH.COM/PHOTOS/FVRTLKGQ700)

Insomnie

Die fünf Arten der Schlaflosigkeit

Sich stundenlang herumwälzen, bevor einem die Augen endlich zufallen, häufig nachts und früh am Morgen aufwachen: Wer solche Symptome an mindestens drei Tagen pro Woche erlebt und auch tagsüber davon beeinträchtigt wird, leidet mit hoher Wahrscheinlichkeit an einer Insomnie – wie Schätzungen zufolge rund zehn Prozent der Erwachsenen.

Die Schlaflosigkeit kann viele Ursachen haben, unter anderem organische Beschwerden wie Atemaussetzer oder psychische Erkrankungen, etwa Depression. Für rund ein Viertel der Fälle findet sich jedoch keine schlüssige Erklärung – dann spricht man von einer »insomnischen Störung«. Schlafforscher um Tessa Blanken vom Niederländischen Institut für Neurowissenschaft haben nun verschiedene Typen dieser Krankheit identifiziert.

Die Wissenschaftler befragten 4322 Probanden, von denen ungefähr die Hälfte an einer insomnischen Störung litten, zu ihrer Lebensgeschichte, ihrer Persönlichkeit und ihrem aktuellen Befinden. Die Muster in den Antworten der Teilnehmer wurden in fünf Klassen zusammengefasst. Diese unterscheiden sich etwa danach, wie stark die Betroffenen im Alltag beeinträchtigt sind und welche Symptome bei ihnen vorherrschen. Probanden der 1. Kategorie leiden am stärksten unter der Insomnie. Sie erleben kaum noch positive Gefühle, sind extrem erschöpft und vor dem Zubettgehen sehr nervös.

Betroffene der 2. und 3. Kategorie sind dagegen mittelschwer beeinträchtigt. Gruppe 2 missglückt dabei das Einschlafen vor allem nach stressigen Erlebnissen. Gruppe 3 ist zwar ebenfalls häufig vor dem Schlafengehen aufgewühlt, erlebt aber – ähnlich wie Gruppe 1 – insgesamt nur wenig positive Gefühle und Gedanken.

Die Kategorien 4 und 5 umfassen vergleichsweise »leichtere« Fälle. Betroffene der 4. Gruppe leben schon lange mit ihrer Schlaflosigkeit und hatten oft eine schwere Kindheit. Die 5. Gruppe schließlich zeichnet sich durch Ermüdung und depressive Symptome aus.

Der Psychologe Michael Schredl vom Zentralinstitut für Seelische Gesundheit in Mannheim, der an der Studie nicht beteiligt war, hält diese Klassifizierung der Insomnie grundsätzlich für sinnvoll, denn so könne die Therapie womöglich besser auf die verschiedenen Typen angepasst werden. Die Forscher um Blanken fanden bereits Hinweise darauf, dass die einzelnen Typen anders auf Behandlungen wie Beruhigungsmittel oder verhaltenstherapeutische Maßnahmen ansprechen – diese hatten den Betroffenen in den fünf Gruppen laut eigener Aussage bisher nämlich unterschiedlich gut geholfen.

Lancet Psychiatry 6, S. 151–163, 2019

Psychotherapie

Länger behandeln bringt oft keinen Vorteil

Wie lange sollte eine Psychotherapie dauern? Eine für jeden Patienten gültige Antwort kann es offenkundig nicht geben. Psychologen um Louisa Robinson von der University of Sheffield untersuchten nun aber die Frage, nach welcher Dauer im Durchschnitt der Punkt erreicht ist, an dem eine längere Behandlung keinen nennenswerten zusätzlichen Nutzen mehr bringt.

Für ihre Übersichtsarbeit werteten die Forscher 26 bereits erschienene Studien neu aus. Diese hatten jeweils die Dosis-Wirkungs-Beziehung für verschiedene Arten von Psychotherapie untersucht, darunter psychodynamische Therapie, kognitive Verhaltenstherapie und integrative Verfahren. Die Behandlungen fanden in Einrichtungen wie Ambulanzen, Tageskliniken und Hausarztpraxen statt.

Über alle Einzelstudien hinweg zeichnete sich ab, dass die optimale Dauer einer Psychotherapie zwischen 4 und 24 Sitzungen lag. Nach dieser Zeit war bei mindestens der Hälfte der Patienten eine deutliche Verbesserung der Symptome eingetreten. Darüber hinausgehende Therapiesitzungen führten dagegen kaum noch zu relevanten Fortschritten.

Die Spanne ergebe sich daraus, dass Menschen unterschiedlich gut auf Psychotherapie ansprechen, schreiben die Forscher: Manchen Betroffenen gehe es schon nach vier Sitzungen spürbar besser. Patienten mit so genannter »allmählicher Reaktion« bräuchten dagegen eher mehr Stunden. Es gebe aber insgesamt nur »geringe Evidenz« dafür, dass Langzeittherapien von über 30 Sitzungen sinnvoll seien, so Robinson und ihre Kollegen. Das gelte jedoch ausdrücklich nicht für besonders schwere oder chronisch bestehende seelische Probleme wie beispielsweise Persönlichkeitsstörungen.

Psychother. Res. 10.1080/10503307.2019.1566676, 2019

Medikamente

Cholesterinsenker helfen gegen Schizophrenie

Handelsübliche Medikamente gegen internistische Leiden wie Bluthochdruck, Diabetes oder erhöhtes Cholesterin könnten die Symptome psychischer Störungen reduzieren. Das ergab eine Studie, die ein Forscherteam um Joseph Hayes vom University College London veröffentlicht hat.

Die Wissenschaftler durchpflügten das nationale Gesundheitsregister Schwedens, in dem für die gesamte Bevölkerung des Landes unter anderem ärztliche Diagnosen und Rezepte sowie Krankenhausaufenthalte festgehalten sind. Dabei interessierten sie jene Personen, die zwischen 2005 und 2016 Medikamente gegen eine bipolare Störung, eine Schizophrenie oder eine psychotische Störung erhalten hatten.

Als Nächstes wollten die Forscher wissen, ob diese 142 691 Patienten im Untersuchungszeitraum eine von drei häufig verabreichten Arzneien erhalten hatten: Statine, die als Cholesterinsenker eingesetzt werden, Herzmedikamente wie Verapamil sowie Metformin, das bei Typ-2-Diabetes zum Einsatz kommt. In Quartalen, in denen die Versuchspersonen eines dieser Medikamente eingenommen hatten, wurden sie seltener in einer Psychiatrie aufgenommen – das Risiko dafür sank um ein Viertel bis ein Fünftel. Auch wurde für diese Zeiträume weniger selbstverletzendes Verhalten dokumentiert.

Statine wirken den Forschern zufolge entzündungshemmend, was bei psychischen Erkrankungen eine Rolle spielt, und sie könnten die Wirkung von Antipsychotika verstärken. Herzmedikamente wiederum hätten oft einen emotional stabilisierenden Effekt.

JAMA Psychiatry 10.1001/jamapsychiatry.2018.3907, 2019

Sucht Kinder von alkoholkranken Eltern haben eine um 50 Prozent höhere Wahrscheinlichkeit, einen alkoholabhängigen Partner zu heiraten.

Addiction 114, S. 81–91, 2019



PSYCHOPHARMAKA

Viele Menschen berichten von starken Beschwerden wie Ängsten, Unruhe und Missempfindungen, wenn sie Antidepressiva absetzen. Immer mehr spricht dafür, dass Ärzte solche Entzugserscheinungen lange unterschätzt haben.

Die dunkle Seite der Stimmungsaufheller

VON JANOSCH DEEG

LIIA GALIMZIANOVA / GETTY IMAGES / ISTOCK



LIA GALIMZIANOVA / GETTY IMAGES / ISTOCK

Auf einen Blick: Machen Antidepressiva abhängig?

1 Etwa jeder 20. in Deutschland nimmt Antidepressiva ein. Die Medikamente gelten als gut verträglich. In Leitlinien ist zwar von möglichen Absetzsymptomen die Rede, diese seien aber in der Regel leicht und würden spontan zurückgehen.

2 Demgegenüber berichten viele Patienten von starken Entzugserscheinungen wie Kopfschmerzen oder Kribbeln am ganzen Körper, wenn sie versuchen, die Mittel abzusetzen. Die Beschwerden halten mitunter Monate oder gar Jahre an.

3 Initiativen wie das Projekt Tapering Strips scheinen Menschen dabei zu helfen, die Dosis systematisch und vorsichtig zu reduzieren. Zudem sollten Patienten besser über die Erfolgschancen, Risiken und Alternativen aufgeklärt werden.

Kopf- und Rückenschmerzen, Verdauungsprobleme, Sehstörungen, Tremor, Muskelzuckungen, Tinnitus, Nervosität, Panikattacken und vieles mehr: Die Liste an Symptomen, die Tim* plagten und unter denen er teilweise noch immer leidet, ist erstaunlich lang. Die diffusen Beschwerden begannen im Frühling 2017, als der heute 27-Jährige in Absprache mit seinem Arzt anfing, die Medikamente gegen seine Depression zu reduzieren.

Der Psychiater und Psychotherapeut Uwe Gonther kennt solche Fälle nur zu gut. »Es gibt immer wieder Patienten, die massive Probleme haben, wenn sie ihre Antidepressiva absetzen«, sagt der Chefarzt des AMEOS Klinikums Dr. Heines in Bremen. Meistens haben die Betroffenen die Mittel zuvor über mehrere Jahre hinweg eingenommen. Er ist der Meinung, dass man solche Symptome lange zu wenig beachtet hat: »Der Großteil des Wissens darüber basiert auf der Erfahrung von Patienten und Ärzten und nicht auf evidenzbasierter Medizin.« Es fehle an systematischer Forschung.

Tim nahm sein erstes Antidepressivum im Alter von 20 Jahren ein. Die Psychiaterin, die ihn damals behandelte, verschrieb ihm Citalopram, einen selektiven Serotonin-Wiederaufnahmehemmer (SSRI). Diese Arzneimittel blockieren den Abtransport von Serotonin, wodurch sich die Konzentration des Botenstoffs im synaptischen Spalt erhöht, der Verbindungsstelle zwischen den Nervenzellen (siehe »Wie wirken Antidepressiva?«, S. 68).

Das Medikament half Tim nicht wirklich. Zudem rief es sexuelle Funktionsstörungen hervor, eine relativ häufige Nebenwirkung von Citalopram. Daraufhin erhielt Tim das Antidepressivum Duloxetin, einen selektiven Serotonin-Noradrenalin-Wiederaufnahmehemmer (SSNRI oder SNRI), den er drei Jahre lang einnahm. Im Gegensatz zu SSRI erhöhen SNRI nicht nur den Serotonin-, sondern auch den Noradrenalinspiegel. Noradrenalin gilt als Stresshormon und aktiviert normalerweise den Organismus. Doch Tims Depression blieb. Obendrein bekam er nächtliche Schweißausbrüche und Albträume. Aus diesen Gründen wechselte er 2015 zum SNRI Venlafaxin, das er besser vertrug.

In einer Befragung von mehr als 1700 Menschen mit Depressionen zu ihren Erfahrungen mit Antidepressiva bewerteten mehr als die Hälfte die Medikamente als positiv. Sie sahen diese als notwendige Behandlung an und beschrieben zum Beispiel, dass sie dadurch erst wieder in der Lage gewesen seien, sozialen Verpflichtungen nachzukommen. Manche Patienten bezeichneten die Mittel als Sprungbrett aus der Depression oder als Lebensretter. Dagegen berichteten knapp 30 Prozent der Befragten von gemischten und 16 Prozent von durchweg negativen Erfahrungen mit Antidepressiva. Als Gründe nannten sie Unwirksamkeit, unerträgliche Nebenwirkungen, Maskierung echter Probleme oder eine reduzierte Kontrolle über sich selbst. Patienten mit gemischten Einstellungen wogen in der Regel den Nutzen gegen die unangenehmen Nebenwirkungen ab. Sie fühlten sich beispielsweise ruhiger, aber weniger als sie selbst.

Anfang 2017 entschied Tim in Absprache mit seinem Psychiater, das Antidepressivum abzusetzen. Er fühlte sich gesund und stabil. Gemäß der von der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften (AWMF) erstellten S3-Leitlinie zur unipolaren Depression sollen Antidepressiva in der Regel schrittweise über einen Zeitraum von vier Wochen reduziert werden. Daher begann Tim im Februar, die Dosis von ursprünglich 150 Milligramm unter ärztlicher Aufsicht zunächst auf 110 Milligramm zu verringern. Bereits nach drei Tagen fingen die Symptome an, erinnert er sich. Anfangs war ihm sehr schwindelig, nach ein paar Tagen kribbelte es im linken Bein und bald darauf im ganzen Körper. Sein Psychiater versuchte, ihn zu beruhigen: Es gebe durchaus Menschen, bei denen vorübergehende Beschwerden auftreten würden; innerhalb weniger Wochen würden diese jedoch verschwin-



UNSER AUTOR

Janosch Deeg ist promovierter Physiker und Wissenschaftsjournalist. Er lebt in Heidelberg.

*Name von der Redaktion geändert

den. Bei Tim war dem aber nicht so – vielmehr kamen immer mehr Symptome hinzu. Als besonders unangenehm empfand er ein Kribbeln, das sich im ganzen Körper ausbreitete und sich wie leichte Stromschläge anfühlte. Von solchen Empfindungen, die man »brain zaps« nennt, berichten erstaunlich viele Menschen, die Antidepressiva absetzen. Ausgelöst werden sie oft durch schnelle Augenbewegung zur Seite. Auch Tims Psychiater kannte dieses Phänomen. Auf Grund der massiven Beschwerden beschloss er gemeinsam mit Tim, die Dosis deutlich langsamer als gewöhnlich zu verringern.

Schwindel, Lichtblitze, unspezifische Angst

Der Bremer Psychiater Uwe Gonther rät, die Wirkstoffmenge bei starken Symptomen sehr vorsichtig zu reduzieren. Manche Betroffenengruppen empfehlen, sie nur alle paar Wochen um zehn Prozent herabzusetzen. Dadurch kann sich der Prozess jedoch über mehrere Jahre hinziehen. In Einzelfällen sei das tatsächlich notwendig, glaubt auch Gonther. Es gebe jedoch kein allgemein gültiges Rezept. Stattdessen sei es wichtig, die Patienten und ihre Beschwerden ernst zu nehmen und individuelle Lösungen zu finden. Viel zu häufig wäre das nicht der Fall. Der Psychiater würde sich wünschen, dass die Patienten im Vorfeld der Behandlung über mögliche Nebenwirkungen und das Absetzsyndrom aufgeklärt werden. Ebenso dürfte man die teilweise geringe Erfolgswahrscheinlichkeit der Mittel nicht verschweigen (siehe »Wie gut helfen Antidepressiva?«, S. 70). »Es ist eben nicht so, dass man ein Medikament gegen ein psychisches Problem gibt und dieses damit beseitigt ist«, sagt Gonther. In einer Befragung von 1800 Menschen, die Antidepressiva einnahmen, erinnerte sich allerdings nur jeder 100. daran, vom Arzt über mögliche Entzugserscheinungen informiert worden zu sein. Die Hälfte gab an, unter Symptomen zu leiden, wenn sie ihr Medikament nicht einnehme. Und etwa jeder dritte fühlte sich von ihm abhängig.

Dass Nebenwirkungen beim Absetzen von Antidepressiva auftreten können, steht erst seit 2014 im DSM-5, dem international anerkannten Klassifikationssystem für psychische Störungen der American Psychiatric Association. Es beschreibt das Absetzsyndrom bei Antidepressiva als Gruppe von Beschwerden, die nach einer abrupten Unterbrechung oder nach einer deutlichen Reduzierung der Dosis auftreten können, sofern das Medikament mindestens einen Monat lang eingenommen wurde. Üblicherweise begännen die Symptome (etwa Schwindel, Lichtblitze, unspezifische Angst oder eine übersteigerte Reaktion auf Geräusche) in den ersten zwei bis vier Tagen. Sie ließen sich durch die erneute Gabe des Medikaments oder eines ähnlichen Mittels jedoch abmildern. Offenbar gewöhnt sich der Körper also an den Wirkstoff und reagiert, wenn dieser fehlt. Nach bisherigen Erkenntnissen treten die Beschwerden vor allem bei neueren Antidepressiva auf, wozu SSRI und SNRI gehören.

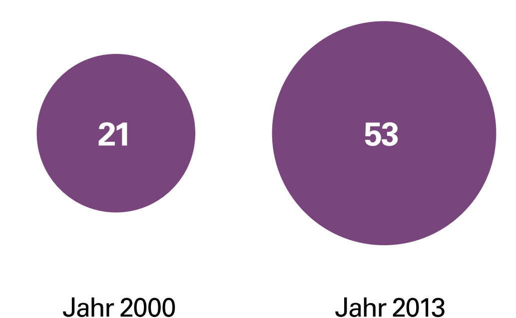
Laut DSM-5 verschwinden solche Symptome in der Regel nach ein bis zwei Wochen wieder. Die wenigen wissenschaftlichen Untersuchungen, die zu dem Thema existieren, zeichnen aber ein ganz anderes Bild. 2012 analysierten Forscher um Carlotta Belaise von der Uni-

Stimmungsaufheller auf dem Vormarsch

Die Einnahme von Antidepressiva stieg in Deutschland zuletzt rapide an. Einer OECD-Studie zufolge erhöhte sich die Anzahl der Verschreibungen hier zu Lande von 21 Tagesdosen je 1000 Einwohner im Jahr 2000 auf 53 Tagesdosen 2013 – was bedeutet, dass fünf Prozent der Bevölkerung sie täglich einnahmen. Laut einer Analyse der Techniker Krankenkasse haben sich die Verordnungen zwischen 2007 und 2017 verdoppelt. Ähnlich sieht es in anderen Ländern wie etwa Großbritannien aus. In Australien schluckt inzwischen jeder Zehnte täglich ein Antidepressivum, in den USA konsumierte 2012 jeder Achte so ein Mittel, Tendenz steigend. Mögliche Gründe für den Anstieg sind laut Robert Koch-Institut, dass Ärzte Antidepressiva mittlerweile auch bei Angst- und Zwangsstörungen und Schmerzsyndromen verordnen sowie der Rückgang von Benzodiazepinverschreibungen bei Depressionen. Obwohl zum Beispiel die Zahl der Krankschreibungen auf Grund einer Depression in den letzten Jahrzehnten gestiegen ist, legen epidemiologische Studien keinen generellen Anstieg der psychischen Störung nahe. Die Weltgesundheitsorganisation schätzt die Zahl der Betroffenen in Deutschland auf rund vier Millionen. Möglicherweise erkennen Allgemeinärzte eine depressive Erkrankung inzwischen besser als früher.

Gesundheit auf einen Blick 2015, Gesundheitsreport 2018

Anzahl der Tagesdosen Antidepressiva je 1000 Einwohner in Deutschland



Absetzsymptome können einer Depression ähneln und leicht mit einem Rückfall verwechselt werden

versität Bologna Einträge in Internetforen, in denen Betroffene von Entzugserscheinungen beim Absetzen von SSRI berichteten. Ihren Ergebnissen zufolge lässt sich der SSRI-Entzug in zwei Phasen unterteilen: die Entzugsphase, die bis zu sechs Wochen anhält und durch verschiedene neue Beschwerden und so genannte Rebound-Symptome gekennzeichnet ist. Letzteres sind Symptome wie Freud- und Antriebslosigkeit, die auch im Rahmen einer Depression auftreten und nach dem Absetzen der Medikamente noch stärker sein können. Dann beginne der Langzeitentzug, der mitunter Monate bis Jahre andauert. In dieser Phase können sich etwa Schlaflosigkeit, Konzentrationsprobleme, Stimmungsschwankungen und viele andere Beschwerden zeigen.

Forscher um den italienischen Psychologen Giovanni Fava, ebenfalls an der Universität Bologna, sichteten in zwei 2015 und 2018 veröffentlichten Übersichtsarbeiten alle Studien und Fallberichte, die sie zu Absetzsymptomen bei SSRI sowie SNRI finden konnten. Das Ergebnis: Die Beschwerden treten bei beiden Arten von Antidepressiva typischerweise in den ersten Tagen nach dem Absetzen auf und halten mehrere Wochen an. Sie können einer Depression ähneln und daher leicht mit einem Rückfall verwechselt werden. Und zwischen einzelnen Personen gibt es große Unterschiede darin, wann die Beschwerden beginnen und wie lange sie dauern. Besonders häufig berichten Patienten, die wie Tim das SNRI Venlafaxin eingenommen haben, von Problemen – je nach Erhebung zwischen 23 und 78 Prozent.

Die Erkenntnisse stellen die Verwendung von SNRI bei affektiven Störungen und Angststörungen in Frage, schlussfolgern Fava und seine Kollegen. Außerdem fordern die Autoren, dass Ärzte SSRI und SNRI genauso wie beispielsweise Benzodiazepine in die Liste der Medikamente aufnehmen, die nach Behandlungsende Entzugserscheinungen hervorrufen können. Darüber hinaus verharmlose der im Englischen verwendete Begriff »discontinuation syndrome« (im Deutschen: Absetzsyndrom) die möglichen Symptome und solle durch »withdrawal syndrome«, also Entzugssyndrom, ersetzt werden. Uwe Gonther hält Diskussionen über die Begriffsbezeichnung dagegen für zweitrangig: »Es wäre schon viel gewonnen, wenn man akzeptiert, dass teilweise schwere und lang anhaltende Symptome nach dem Absetzen auftreten.«

Der Entzug ähnelt dem von Benzodiazepinen

Auch Wissenschaftler vom Nordic Cochrane Centre in Kopenhagen kamen 2011 zu dem Schluss, dass die Entzugsreaktion auf SSRI der auf Benzodiazepine ähnele. Es erscheine sinnvoll, die Beschwerden bei SSRI (wie bei den Benzodiazepinen) als Teil eines Abhängigkeitssyndroms zu betrachten. Den Grund für die Ungleichbehandlung sehen die dänischen Forscher darin, dass die Definition der Abhängigkeit in den Klassifikationssystemen für psychische Störungen geändert worden sei. Seit einer Überarbeitung der DSM-III-Revision 1987, die kurz vor der Markteinführung der SSRI stattfand, müssen für diese Diagnose mehrere Kriterien erfüllt sein, zum Beispiel ein starkes Verlangen nach der

Wie wirken Antidepressiva?

Selektive Serotonin-Wiederaufnahmehemmer (SSRI) erhöhen die Konzentration von Serotonin im synaptischen Spalt zwischen Nervenzellen. Der vermutete Wirkmechanismus basiert auf der Hypothese, dass ein Mangel an Serotonin im Gehirn für die Entstehung einer Depression verantwortlich ist. Der Mensch brauche also eine bestimmte Dosis dieses Neurotransmitters, um guter Stimmung zu sein. Zu der Ansicht kamen Forscher Ende der 1960er Jahre, als sie bei depressiven Patienten eine niedrigere Konzentration eines Abbauprodukts von Serotonin fanden. Bisher ist der Zusammenhang zwischen dieser Substanz und dem Schweregrad einer Depression jedoch unklar. Außerdem reduziert etwa der Wirkstoff Tianeptin die Serotoninkonzentration im synaptischen Spalt und ist dennoch seit 2012 bei Depressionen zugelassen, weil klinische Studien seine Wirksamkeit zeigen konnten. Andere Antidepressiva wiederum beeinflussen den Serotoninspiegel gar nicht – die verschiedenen Mittel beruhen also nicht auf demselben biochemischen Mechanismus. Des Weiteren senkt eine tryptophanarme Ernährung zwar die Serotoninkonzentration, bei gesunden Menschen löst das jedoch keine Depression aus. Auch hilft eine tryptophanreiche Ernährung Depressiven nicht. Tryptophan ist in vielen Lebensmitteln enthalten, und der Körper stellt daraus Serotonin her. Auf Grund solcher widersprüchlichen Befunde scheint die Serotonin-Hypothese der Komplexität der Störung nicht gerecht zu werden. Daher steht in den aktuellen deutschen Leitlinien: »Über die Mechanismen, durch welche die Wirkung der Antidepressiva zu Stande kommt, besteht weiterhin Unklarheit. Daher ist es bis heute nicht möglich, verlässlich vorauszusagen, ob und wann ein bestimmter Patient auf ein bestimmtes Antidepressivum ansprechen wird.«

Substanz oder die Vernachlässigung von Interessen. Zuvor reichten eine Toleranzentwicklung oder das Vorliegen von Entzugserscheinungen aus.

Dass die aktuellen Richtlinien die Schwere und Dauer des Entzugs von Antidepressiva unterschätzen, finden auch James Davies von der University of Roehampton in London und John Read von der University of East London. Die beiden hatten für ihre 2018 erschienene Übersichtsarbeit die bisherige Literatur zu Absetzsymptomen bei Antidepressiva analysiert. Mehr als die Hälfte der Patienten berichteten von solchen Beschwerden. Und fast jeder zweite mit Entzugserscheinungen bezeichnete sie als schwer wiegend. Zudem bestanden sie oft über mehrere Wochen oder gar Monate fort.

Dass es dabei Unterschiede zwischen den einzelnen Antidepressiva gibt, wird zwar vermutet, Daten dazu existieren jedoch kaum. Tom Stockmann vom University College London und seine Kollegen verglichen im Jahr 2018 den Entzug von SSRI mit dem von SNRI. Dazu analysierten sie über 170 Beiträge einer US-amerikanischen Internetplattform für Betroffene. Die Absetzsymptome hielten bei SSRI mit durchschnittlich 90 Wochen deutlich länger an als bei SNRI mit 50 Wochen (fast ein Jahr). Auch urogenitale oder psychosexuelle Beschwerden wie Schwierigkeiten beim Wasserlassen oder Erektionsstörungen kamen bei SSRI öfter vor als bei SNRI. Dagegen scheinen neurologische Probleme wie die »brain zaps« bei SNRIs häufiger aufzutreten. Da die Webseite Menschen bei einem Antidepressiva-Entzug helfen soll, zieht sie allerdings in erster Linie jene an, die stark darunter leiden. Daher lässt sich die dort ermittelte Dauer der Symptome nicht auf alle Nutzer von Antidepressiva übertragen. Ein ähnliches Problem der Vorselektion besteht möglicherweise auch bei anderen erwähnten Studien. Wenn Forscher etwa einen Fragebogen über die Erfahrungen mit Antidepressiva ins Netz stellen, kann es durchaus sein, dass sich in erster Linie Menschen beteiligen, die Probleme mit dem Mittel haben oder hatten. Daher sind placebokontrollierte klinische Studie dringend nötig, bei denen weder der Versuchsleiter noch der Proband weiß, ob Letzterer den Wirkstoff erhält. Nur so lässt sich abschätzen, wie häufig Antidepressiva tatsächlich Entzugserscheinungen verursachen.

Bei Tim verschwanden die diffusen Symptome nicht nach ein paar Wochen. Wie offenbar viele seiner Leidensgenossen machte er sich auf die Suche nach weiteren Informationen. Im Internet stieß er auf jede Menge Erfahrungsberichte – insbesondere im deutschsprachigen ADFD-Forum. »Die Abkürzung beruht auf dem ehemaligen Namen Antidepressiva Forum Deutschland«, erklärt Iris Heffmann, ein Teammitglied der privaten Initiative. Inzwischen tauschen sich auf dieser Plattform aber auch Betroffene und Angehörige über die Nebenwirkungen und Entzugserscheinungen anderer Psychopharmaka wie Benzodiazepine aus.

Tim war über die vielfältigen Beschwerden schockiert, von denen er dort las. Die Symptome können alle möglichen Bereiche treffen, etwa die Wahrnehmung, das Befinden, die Kognition, das Herz-Kreislauf-, Verdauungs- oder Immunsystem. Das Spektrum reicht von Schwindel und Übelkeit bis hin zu Berührungsempfindlichkeit, Verspannungen, plötzlichem Brennen, Kribbeln oder Jucken der Haut, ein Gefühl von Watte im Kopf und mehr. »Viele berichten auch von Angst, Unruhe oder Verzweiflung«, erklärt Heffmann. Ihren Erfahrungen nach treten die Symptome meist schubweise auf. Dazwischen gebe es immer wieder Phasen mit weniger oder keinen Beschwerden. Während manche Menschen die Medikamente ohne größere Probleme absetzen könnten, würden andere monate- oder jahrelang unter den Folgen leiden. Insbesondere letztere Gruppe werde von den behandelnden Ärzten nur unzureichend erkannt, so Heffmanns Einschätzung.

Über unerwünschte Wirkungen aufklären

Wie lange sich der Absetzprozess hinziehen kann, hat Markus Kaufmann als Angehöriger erfahren. Ein Familienmitglied von ihm versucht seit nunmehr sieben Jahren, die Dosis eines Antidepressivums zu reduzieren. Als Sozialarbeiter begleitet Kaufmann zudem Menschen mit psychischen Störungen und unterstützt sie unter anderem beim Absetzen von Medikamenten. Seit einigen Jahren engagiert er sich im Fachausschuss für Psychopharmaka bei der Deutschen Gesellschaft für Soziale Psychiatrie. Er möchte vor allem über die Entzugserscheinungen von Antidepressiva aufklären und Alternativen aufzeigen. Bei seiner Arbeit gerate er oft an Ärzte, die die Symptome ihre Patienten nicht ernst nähmen oder sie einer psychischen Störung zuschrieben, erzählt er. »Immer wieder reden Mediziner den Patienten sogar aus, dass es Entzugserscheinungen geben kann«, sagt Kaufmann. Auch in der S3-Leitlinie zur unipolaren Depression taucht der Begriff »Entzugserscheinungen« nicht auf. Es ist lediglich die Rede davon, dass Antidepressiva Absetzsymptome verursachen können, die in der Regel leicht seien und spontan zurückgehen würden. Deswegen hat Kaufmann gemeinsam mit Experten und Fachkliniken einen Aufklärungsbogen über Antidepressiva erstellt, der auf unerwünschte Wirkungen

Wie gut helfen Antidepressiva?

Ältere Metaanalysen haben gezeigt, dass Antidepressiva Patienten mit leichten Depressionen höchstens minimal und nicht besser als ein Placebo helfen. Ende der 1990er Jahre war der mittlerweile emeritierte US-amerikanische Psychologieprofessor Irving Kirsch einer der Ersten, der dies im Detail untersuchte. Ursprünglich wollte er dem Placeboeffekt auf den Grund gehen. Dabei entdeckten er und sein Student Guy Sapirstein, dass die Medikamente nur bei einem Viertel der mehr als 2300 Patienten mit Depressionen eine Wirkung zeigten, die über die eines Placebos hinausging. In nachfolgenden Studien konnte er seine Ergebnisse bestätigen. Die Wirksamkeit von Antidepressiva nehme mit dem Schweregrad der Depression zwar zu, aber sie sei selbst bei Menschen mit starken Depressionen noch relativ klein, erklärte der Psychologe etwa 2008. Kirschs Befunde sorgten für Aufsehen und haben zum Beispiel die offiziellen Behandlungsrichtlinien in Großbritannien beeinflusst. Dort erhalten Betroffene mit leichter und mittelschwerer Depression nun zuerst eine Psychotherapie, bevor sie mit Antidepressiva behandelt werden dürfen. Aus diesem Grund hat die britische Regierung mehr als 6000 psychologische Gesundheitstherapeuten ausgebildet. Auch die deutschen Leitlinien empfehlen, Antidepressiva nicht generell als Erstbehandlung bei leichten depressiven Episoden einzusetzen, sondern Nutzen und Risiken abzuwägen.

2018 veröffentlichte ein internationales Forscherteam die bisher größte Metaanalyse zur Wirksamkeit von Antidepressiva mit mehr als 100 000 Patientendaten. Die Wissenschaftler hatten 21 gängige Antidepressiva untersucht – und alle waren bei der kurzfristigen Behandlung von Erwachsenen wirksamer als ein Placebo. Allerdings profitierten nur zwei von drei Patienten von den Arzneimitteln. Auch in den deutschen Leitlinien ist die Rede davon, dass Antidepressiva bei rund zwei Dritteln der Patienten wirken. Bei etwa jedem Zweiten, der auf die Medikamente anspricht, führen sie jedoch nur zu einer teilweisen Verbesserung. Ärzte und Patienten sollten daher andere Behandlungsverfahren wie die Psychotherapie ebenfalls erwägen.

Prev. & Treat. 1, 0002a, 1998; PLoS Med. 5, S. 260–268, 2008; Z. Psychol. 222, S. 128–134, 2014; The Lancet 391, S. 1357–1366, 2018

---

und alternative Behandlungsmöglichkeiten eingeht sowie Ratschläge liefert, die das Absetzen erleichtern sollen (siehe oberen Weblink rechts).

Tim versucht nun seit fast zwei Jahren, die Wirkstoffmenge zu verringern. Eine neurologische Ursache konnte seine Fachärztin relativ schnell ausschließen. Sie war zwar der Meinung, dass seine Beschwerden nicht von der Dosisreduktion herrühren könnten, umfangreiche Untersuchungen ergaben jedoch keine Anhaltspunkte für eine anderweitige Ursache. Die Diagnose lautete daher: psychosomatische Beschwerden. Gonther sieht solche Einstufungen mit Unbehagen: »Es ist wichtig, die Beschwerden nicht als Symptome einer wiederkehrenden Depression oder als psychosomatische Störungen zu klassifizieren und diese schlimmstenfalls wieder mit Medikamenten zu behandeln.«

Psychotherapie als Alternative

Obwohl einiges dafür spricht, dass ein langsameres Ausschleichen von Antidepressiva sinnvoll ist, sind in der Apotheke in der Regel nur bestimmte Dosen erhältlich. Daher helfen sich die Betroffenen selbst. So gibt es im Internet präzise Anleitungen dafür, wie man die Medikamente auf die gewünschte Menge bringt. Nach den anfangs starken Nebenwirkungen reduzierte Tim die Dosis, indem er die Hartkapsel öffnete und die Anzahl der darin befindlichen Kügelchen reduzierte, bevor er die Kapsel schluckte. Inzwischen nimmt er weniger als ein Drittel der ursprünglichen Menge ein. Andere wiederum lösen die Tabletten in Wasser auf und trinken nur einen Teil aus. Doch so ein Vorgehen ist sowohl aufwändig als auch fehleranfällig.

Eine Lösung für die Dosierungsproblematik bietet das niederländische Projekt Tapering Strips des Maastricht University Medical Centre. In durchsichtigen Streifen sind die Medikamente als Tagesdosen verpackt. Jede ist nummeriert und ihre Menge genau angegeben. Ein Streifen deckt 28 Tage ab, wobei die jeweils enthaltene Arzneistoffmenge ganz langsam abnimmt. Das ermöglicht es, die Dosis präzise zu reduzieren. Eine 2018 veröffentlichte Studie von Peter Groot und Jim van Os weist darauf hin, dass ein solches Vorgehen Entzugserscheinungen minimieren oder sogar verhindern kann.

Uwe Gonther plädiert dafür, ein Antidepressivum nur in schweren Fällen und nach ausführlicher Diagnostik zu verschreiben. Man könne die Medikation in vielen Fällen vermeiden, meint er. Denn es gibt durchaus Alternativen: Verschiedene Übersichtsarbeiten bescheinigen der Psychotherapie bei Depressionen eine vergleichbare Wirksamkeit wie Antidepressiva – mit deutlich weniger Risiken und Nebenwirkungen. Allerdings sind die Wartezeiten auf einen Therapieplatz sehr lang. 2017 warteten Patienten nach einer Analyse der Bundestherapeutenkammer im Schnitt sechs Wochen auf ein erstes Gespräch und fünf Monate auf eine so genannte Richtlinientherapie, die von den Krankenkassen



GEHIRN&GEIST

Das Projekt Tapering Strips hilft Patienten, Arzneimittel langsam und präzise zu reduzieren. Ein Streifen reicht für 28 Tage. Die enthaltene Wirkstoffmenge nimmt schrittweise ab.

erstattet wird. Dazu zählen die analytische Psychotherapie, die tiefenpsychologisch fundierte Psychotherapie und die Verhaltenstherapie. Eine Kombination der Pharmako- und der Psychotherapie hat sich in verschiedenen Studien als am wirksamsten erwiesen und ist daher vor allem bei schweren Depressionen sinnvoll.

Doch auch dann seien die Medikamente nur eine temporäre und keine dauerhafte Lösung, sagt Gonther. Zunächst sollten die Behandler sorgfältig nach den Ursachen für die Erkrankung suchen. »Eine Depression kann zum Beispiel durch andere Medikamente ausgelöst werden«, so der Psychiater. Kann man solche Gründe ausschließen, sei es sinnvoll, die psychische und soziale Situation des Betroffenen genau zu analysieren. Oftmals helfe das dem Patienten bereits.

Wichtig ist auch eine angemessene Aufklärungsarbeit, die den Betroffenen Sorgen und Ängste nimmt und ihnen zeigt, dass sie mit ihren Symptomen nicht allein sind. Tim hätte das immens entlastet. »Immer wieder habe ich mich gefragt, ob ich nicht doch eine ernsthafte Erkrankung habe«, erzählt er. Daher ist es ihm wichtig, über seine Erfahrungen zu berichten. Er leidet nach wie vor an Symptomen wie einem Tremor der linken Hand und Muskelzuckungen. Zwar kann niemand sagen, wie lange seine Beschwerden noch andauern werden, aber immerhin kennt er nun ihren Grund. ★

QUELLEN

Cipriani, A. et al.: Comparative Efficacy and Acceptability of 21 Antidepressant Drugs for the Acute Treatment of Adults with Major Depressive Disorder: A Systematic Review and Network Meta-analysis. *In: The Lancet 391, S. 1357–1366, 2018*

Gibson, K. et al.: In my Life Antidepressants have been …: A Qualitative Analysis of Users' Diverse Experiences with Antidepressants. *In: BMC Psychiatry 16, 10.1186, 2016*

Read, J. et al.: How Many of 1829 Antidepressant Users Report Withdrawal Effects or Addiction? *In: International Journal of Mental Health Nursing 27, S. 1805–1815, 2018*

Weitere Quellen im Internet: www.spektrum.de/artikel/1623844

WEBLINKS

Landesnetzwerk Selbsthilfe seelische Gesundheit Rheinland-Pfalz e. V.: Aufklärungsbogen Antidepressiva. PDF kostenfrei abrufbar unter:
https://bit.ly/2RMTDnw

Auf der Homepage der Stiftung Deutsche Depressionshilfe finden Betroffene und Angehörige Informationen über die Erkrankung und Hilfsangebote:
www.deutsche-depressionshilfe.de

PHARMAKOLOGIE Mit Hilfe eines neuen Wirkstoffs könnte es erstmals gelingen, Morbus Huntington an der Wurzel zu bekämpfen: Das Mittel soll die Herstellung des krank machenden Proteins Huntingtin hemmen.

Biomoleküle gegen Huntington

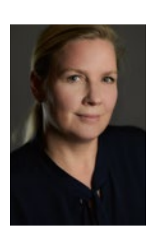
VON LARISSA ARNING-BÜNDER

Im Jahr 1993 verkündeten Forscher der Huntington's Disease Collaborative Research Group, sie hätten die genetische Ursache von Morbus Huntington entdeckt: Ein einzelnes, fehlerhaftes Gen, das für das Protein Huntingtin codiert, bedingt demnach die neurodegenerative Erkrankung. In vielen weckte diese Nachricht die Hoffnung, dass bald eine wirksame Behandlung folgen könnte. Heute, ein Vierteljahrhundert später, gibt es aber weiterhin keine Therapie, die den Verlauf von Huntington bremsen oder die durch verändertes Huntingtin bewirkten Zerstörungen im Gehirn rückgängig machen kann. Die Krankheit ist nach wie vor unheilbar und führt unweigerlich zum Tod. Betroffene erhalten zwar Medikamente, jedoch zielen diese vor allem darauf ab, die Symptome zu lindern und die Lebensqualität so lange wie möglich zu bewahren.

Resultate einer klinischen Studie sorgen nun für einen kleinen Hoffnungsschimmer: Ein experimentelles Medikament, das meine Kollegen erstmals an Patienten getestet haben, greift direkt in die molekularen Mechanismen ein, die der Erkrankung zu Grunde liegen. So könnte das Mittel Huntington im Ansatz bekämpfen – und zwar schon bevor Symptome entstehen.

Die Huntingtonkrankheit beruht auf einer erblichen Mutation im Huntingtin-Gen *(HTT)*. An einer Stelle wiederholen sich immer wieder die drei DNA-Bausteine Cytosin, Adenin und Guanin. Jedes dieser so genannten Basentripletts übersetzt die Zelle in ein Exemplar der Aminosäure Glutamin. Bei den meisten Menschen enthält das Gen um die 17 Wiederholungen (entsprechend 17 Glutaminmolekülen im Huntingtin-Protein), doch bei Trägern der Huntingtin-Mutation folgen oft mehrere Dutzend dieser Tripletts aufeinander. Je mehr Wiederholungen, desto länger ist auch die Glutaminkette im Protein und desto früher entwickelt der Betroffene Symptome. Bei mehr als 40 Wiederholungen erkrankt eine Person unweigerlich an Huntington.

Die auffälligsten Symptome sind dabei Bewegungsstörungen. Meist beginnt die neurodegenerative Erkrankung mit einer »Bewegungsunruhe«, die normale Bewegungen etwas übertrieben wirken lässt. Später



UNSERE EXPERTIN

Larissa Arning-Bünder ist Fachhumangenetikerin und Molekulargenetikerin an der Ruhr-Universität Bochum. Dort forscht sie an genetischen Faktoren, die das Erkrankungsalter von Huntingtonpatienten beeinflussen. An der Medikamentenstudie, die sie hier beschreibt, war sie selbst nicht beteiligt.

YOUSUN KOH

Huntingtin-Gen (DNA)

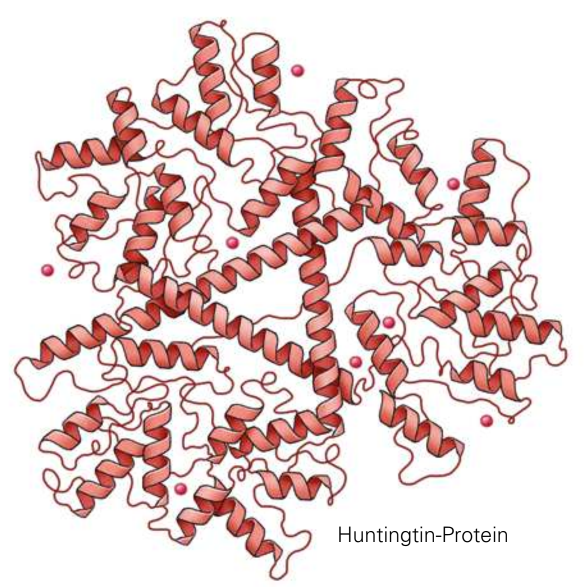
Huntingtin-Boten-RNA

RG6042

RNase

So wirkt RG6042

Bei Huntingtonpatienten löst eine Ansammlung von krankhaftem Huntingtin in Nervenzellen etwa ab der Lebensmitte Symptome aus. Ein neues Medikament, das Antisense-Oligonukleotid (ASO) RG6042, greift in die Produktion dieses Proteins ein. Es bindet Boten-RNAs an sich, die eine Kopie der Bauanleitung für Huntingtin aus der DNA zu den zellulären Proteinfabriken bringen. Aber noch bevor sie ihr Ziel erreichen, klebt sich RG6042 an sie und blockiert sie so. In der Folge wird das Protein RNase auf den ASO-RNA-Komplex aufmerksam und zerschneidet die Boten-RNA. Die Menge an Huntingtin sinkt, weil der Zelle weniger Anleitungen zur Verfügung stehen, um es herzustellen.



Auf einen Blick: Molekulare Bremse

1 Ein künstliches Nukleinsäuremolekül könnte in Zukunft bei von Huntington Betroffenen verhindern, dass ihre Neurone große Mengen des krank machenden Proteins Huntingtin herstellen.

2 Der Wirkstoff bindet sich an die Boten-RNA von Huntingtin und blockiert diese; so verhindert er, dass mehr von dem Protein hergestellt wird.

3 In einer ersten Studie hat sich der Ansatz bewährt. Ob sich mit der Reduktion der Proteinmenge auch das Fortschreiten von Huntington verzögern lässt, soll die aktuelle Testphase zeigen.

kommt ein unkontrolliertes Schütteln der Extremitäten und des Rumpfes dazu. Verhaltensauffälligkeiten und nachlassende geistige Fähigkeiten folgen und gehen in vielen Fällen mit psychischen Problemen einher. Der Patient verliert immer weiter die Kontrolle über seine Bewegungen, bis schließlich Sprech- und Schluckapparat betroffen sind. Die Symptome beginnen typischerweise in der Lebensmitte. Belastend ist für Betroffene dabei auch die Furcht, die Krankheit an ihre Kinder vererbt zu haben: Diese haben nämlich unweigerlich ein 50-prozentiges Risiko, später ebenfalls an Huntington zu erkranken.

Patienten wissen manchmal schon Jahrzehnte vor dem Auftreten der ersten Symptome von ihrem Erkrankungsrisiko, denn ein genetischer Test schafft bei Verdacht Klarheit. Das gibt Ärzten einen sehr langen Handlungszeitraum, in dem sie Medikamente einsetzen könnten, die die Herstellung des Huntingtin-Proteins drosseln und so Symptome hinauszögern oder die Krankheit gar nicht entstehen lassen.

Andocken, blockieren, zerstören

Ein neuartiges Medikament, RG6042, soll nun genau das leisten. Es gehört zur Klasse der so genannten Antisense-Oligonukleotide (kurz ASOs). Bei dem Wirkstoff handelt es sich um ein kleines, künstlich hergestelltes Molekül, das aus Nukleotiden – denselben chemischen Bausteinen wie unsere DNA und RNA – besteht. ASOs enthalten etwa 15 bis 25 Nukleotide, die zu ausgewählten Boten-RNAs komplementär sind und diese deshalb an sich binden. Boten-RNAs übermitteln Information, die in der DNA im Zellkern gespeichert ist, in das Zytoplasma der Zelle. Dort dienen die Moleküle als Bauanleitung für ein Protein – in diesem Fall Huntingtin. Der Komplex, den die RNA und das ASO zusammen bilden, aktiviert spezielle Enzyme, die dann die Boten-RNA zerschneiden. Die Menge dieser RNA verringert sich in der Folge innerhalb der Zelle deutlich, wodurch entsprechend weniger Zielprotein entsteht (siehe »So wirkt RG6042«, S. 73).

Doch in den Zellen gibt es auch Enzyme, die ASOs verdauen und unwirksam machen können. Forscher haben daher in den letzten Jahren nach Wegen gesucht, um die Moleküle stabiler und damit effizienter zu machen. Dazu nutzten sie vor allem chemische Veränderungen an der Molekülstruktur. Das neue Huntingtonmedikament durchlief mehrere Jahre einen solchen Verfeinerungsprozess, bevor es ab 2015 erstmals an Menschen getestet werden konnte.

An der klinischen Studie, die Wissenschaftler bei uns am Huntington Zentrum NRW (Ruhr-Universität Bochum) sowie am Universitätsklinikum Ulm und später auch an der Charité Berlin und in Kliniken in Großbritannien und Kanada durchführten, nahmen insgesamt 46 Huntingtonpatienten teil. Ziel war es vor allem, die Sicherheit und Verträglichkeit von RG6042 zu untersuchen. Da ASOs die Blut-Hirn-Schranke nicht überwinden können, wählten meine Kollegen einen Umweg, um das Medikament an seinen Wirkort im Gehirn zu bringen: Sie injizierten eine Lösung mit dem Wirkstoff direkt ins Nervenwasser im Rückenmark der Patienten. So verteilte sich das Medikament im gesamten zentralen Nervensystem und erreichte auch die anvisierten Gehirnzellen, welche die ASOs dann aufnehmen konnten. Die Ärzte spritzten die Lösung im Abstand von jeweils vier Wochen viermal in den Wirbelkanal der Probanden ein. Die 46 Patienten teilten sie in fünf Gruppen ein, die sie mit unterschiedlicher Wirkstoffmenge zwischen 10 und 120 Milligramm pro Injektion behandelten, sowie in eine, die nur eine Scheinbehandlung (Placebo) erhielt. Alle Patienten wurden bis vier Monate nach der letzten Behandlung regelmäßig untersucht.

Keiner der Probanden brach die Studie frühzeitig ab, trotz der monatlichen Lumbalpunktionen. Die Menge an Huntingtin in der Rückenmarksflüssigkeit von behandelten Patienten ging derweil um bis zu 60 Prozent zurück. »Die Huntingtin-Reduktion im Nervenwasser ist dosisabhängig – das zeigt, dass wir an der richtigen Stelle behandeln«, bestätigt mein Kollege Carsten Saft, der die Studie in Bochum geleitet hat. Seiner Meinung

nach ist das Ergebnis ein wichtiger Schritt zu einer wirksamen Huntingtontherapie; er warnt aber vor voreiliger Euphorie: »Dass das Medikament in dieser ersten kleinen Studie so gut verträglich war, ist fantastisch. Ob es allerdings nun tatsächlich hilft, den Krankheitsverlauf zu beeinflussen oder gar Beschwerden zu lindern, muss erst noch gezeigt werden. Daran arbeiten wir international mit Hochdruck.«

Frühere Studien lassen vermuten, dass weniger Protein in der Rückenmarksflüssigkeit auch mit einer niedrigeren Konzentration im Gehirn einhergeht – und dass Veränderungen in dem Ausmaß, wie sie Wissenschaftler bei RG6042 gemessen haben, sich positiv auf Symptome auswirken könnten. Noch größere Effekte als die in der klinischen Studie erzielten wären womöglich gar nicht wünschenswert, denn RG6042 beeinträchtigt sowohl mutiertes als auch unverändertes Huntingtin, das Zellen von Huntingtonpatienten weiterhin auch herstellen. Da wir noch gar nicht genau wissen, welche Rolle das Protein im Gehirn von Erwachsenen spielt, wäre es zu gefährlich, die gesamte Huntingtin-Produktion zu unterbinden.

Die nächste Phase der klinischen Studie hat Anfang 2019 begonnen. Jetzt wollen die Forscher prüfen, ob RG6042 tatsächlich den Krankheitsverlauf von Huntington verlangsamen kann. Untersuchungen an Versuchstieren deuten darauf hin. Michael Hayden und sein Team von der University of British Columbia in Kanada konnten nachweisen, dass eine ASO-Behandlung, die Huntingtin im Nervenwasser der Tiere reduzierte, auch deren Krankheitssymptome linderte. Fällt die aktuelle Studie positiv aus, könnte das Medikament wohl kurz danach als Arzneimittel zugelassen werden.

Noch gezieltere Eingriffe

Es gibt aber auch kritische Stimmen. Einige Forscher bemängeln, dass die getestete Therapie die Menge an normalem Huntingtin ebenfalls mindert. Es könnte Jahre dauern, bis ausreichend belegt ist, ob ein Mensch mit wenig oder gar ohne Huntingtin im Gehirn auskommen kann. Insbesondere vor einer langfristigen Therapie von Betroffenen, die noch keine Krankheitssymptome entwickelt haben, muss gewährleistet sein, dass sie mit der Behandlung besser und ohne schwere Nebenwirkungen leben können.

Aus diesem Grund suchen Wissenschaftler nach Möglichkeiten, gezielt nur die Boten-RNA von mutiertem *HTT* anzusteuern. Gelingt das, würde das normale Huntingtin-Protein nämlich unbeeinträchtigt bleiben. Einen Ansatzpunkt hierfür bilden so genannte Einzelnukleotidpolymorphismen, kurz SNPs (englisch für single nucleotide polymorphisms). Sie sind natürlich vorkommende Variationen in der DNA, bei denen ein einzelner Baustein im DNA-Molekül gegen einen anderen ausgetauscht ist. Jeder von uns trägt Tausende dieser SNPs in seinem Erbgut, wobei sich die Muster von Mensch zu Mensch unterscheiden. Allerdings gibt es SNPs, die häufig gemeinsam mit einem mutierten Gen auftreten. Diese Veränderungen bieten dann eine Chance zur Entwicklung selektiver ASOs.

Das Biotech-Unternehmen Wave Life Sciences aus Cambridge in Massachusetts, USA, hat bereits zwei solche ASOs entwickelt, die jeweils auf einen SNP im *HTT*-Gen abzielen. Diese beiden Polymorphismen werden oft zusammen mit einer Huntingtin-Mutation vererbt. Somit stellen sie ein gutes Unterscheidungsmerkmal zwischen mutierter und normaler Genkopie dar. Etwa die Hälfte aller Huntingtonbetroffenen tragen einen dieser SNPs, etwa 40 Prozent den zweiten. In Kombination lässt sich mit den beiden ASOs bei knapp zwei Dritteln der Träger der Huntingtin-Mutation in Europa nur die Menge des fehlerhaften Proteins verringern. Weitere SNPs könnten diese Zahl noch erhöhen. Momentan untersuchen Wissenschaftler in einer ersten klinischen Studie, ob diese ASOs sicher sind und tatsächlich nur die Menge an mutiertem Huntingtin drosseln. Ergebnisse sollen bis Ende 2019 vorliegen.

KURZ ERKLÄRT: VON DER DNA ZUM PROTEIN

In der **DNA** speichert die menschliche Zelle die Bauanleitung für alle im Körper hergestellten Proteine, und zwar in Einheiten, die wir **Gene** nennen. Die genetische Information ist als Code hinterlegt, der sich aus Grundbausteinen – den **Nukleotiden** – mit vier verschiedenen Basen (Adenin, Guanin, Cytosin und Thymin) zusammensetzt. Eine Abfolge aus drei dieser Nukleotide bildet dabei jeweils ein so genanntes **Basentriplett**, die Grundeinheit des **genetischen Codes**. Die drei Nukleotide übersetzt die Zelle in je eine der 20 Aminosäuren, die in verschiedenen Sequenzen aneinandergekettet alle zellulären Proteine hervorbringen. Doch damit der Code ins Protein übersetzt werden kann, muss die Zelle ihn erst aus dem Zellkern heraustransportieren. Dafür verwenden Zellen ein eigenes Molekül, die **Boten-RNA**. Sie ist eine »Arbeitskopie« eines Gens, die genau dann entsteht, wenn die Zelle die Produktion eines bestimmten Proteins ankurbeln will.


BLACKJACK3D / GETTY IMAGES / ISTOCK

Heilung dank Genscheren?

Mehr als 5000 menschlichen Erkrankungen liegt eine DNA-Mutation zu Grunde, typischerweise in einem proteincodierenden Gen. Bis vor wenigen Jahren gab es kaum Möglichkeiten, solche Krankheiten an der Wurzel zu behandeln. Seit der Entdeckung von CRISPR/Cas wächst allerdings die Hoffnung, dass sich solche Erbleiden bald durch einen direkten Eingriff in die DNA »korrigieren« lassen.

Mehrere Firmen verfolgen mittlerweile solche Behandlungsansätze. Die von einer der CRISPR-Entdeckerinnen, Emmanuelle Charpentier, mitbegründete Firma Crispr Therapeutics testet bereits einen auf dieser Technologie basierenden Wirkstoff: CTX001 reaktiviert ein von Föten im Mutterleib genutztes Protein, das es den Blutkörperchen erlaubt, mehr Sauerstoff an sich zu binden und im Körper zu transportieren. Die Therapie wird aktuell an Menschen mit den Krankheiten Sichelzellanämie und Beta-Thalassämie getestet.

Die Firma Editas, ins Leben gerufen vom CRISPR-Mitentdecker Feng Zheng, hat eine Genschere entwickelt, die eine bestimmte Form von angeborener Blindheit heilen soll. In der ersten Studienphase wird der Wirkstoff EDIT-101 an 10 bis 20 Patienten erprobt werden. CRISPR-basierte Therapien für Huntington testen Forscher bislang nur an Versuchstieren. Bis sie für Studien an Menschen zugelassen werden, könnten noch ein paar Jahre vergehen.

ASOs sind nicht die einzigen Moleküle, die die Proteinherstellung beeinflussen können. 1998 entdeckten Andrew Fire und Craig Mello in Fadenwürmern der Spezies *Caenorhabditis elegans* RNA-Moleküle, die anvisierte Boten-RNA viel wirkungsvoller unterdrückten, als Antisense-RNA es vermocht hatte. Im Jahr 2006 erhielten die US-Forscher für diese Entdeckung den Nobelpreis für Physiologie oder Medizin. Den von ihnen beschriebenen Vorgang nannten sie RNA-Interferenz (RNAi), in Anlehnung an die physikalische Interferenz, bei der sich Wellen überlagern und auslöschen.

RNAi dient manchen Organismen wie Würmern oder Pflanzen vermutlich als natürliche Abwehr gegen Viren sowie als zusätzliches Mittel, um in die Proteinherstellung ihrer Zellen einzugreifen. Der Vorgang verläuft in zwei Phasen: Zunächst entsteht aus dem Erbgut eine als siRNA bezeichnete kurze doppelsträngige RNA. Diese verlässt den Zellkern und wird von Proteinen im Zellplasma zu einer einzelsträngigen Nukleotidkette zurechtgeschnitten, die sich dann an komplementäre Boten-RNA haftet und deren Zerstörung einleitet.

Die Alternativen: Therapeutische Viren und präzise Genscheren

SiRNAs bieten somit wie ASOs die Möglichkeit, die Proteinherstellung gezielt zu hemmen. Sie bedienen sich nur eben anderer Wege innerhalb der Zelle. SiRNAs sind allerdings nicht besonders stabil und müssen sehr nahe an ihre Zielzellen gebracht werden, um wirken zu können. Dennoch verfolgen manche Unternehmen RNAi-Ansätze zur Behandlung der Huntingtonkrankheit, unter ihnen uniQure in den Niederlanden und Voyager Therapeutics in den USA. Ihre Wirkstoffkandidaten sind noch in frühen Entwicklungsstadien und haben bisher keine Tests an Menschen durchlaufen.

UniQure hat im Januar 2019 grünes Licht für eine erste klinische Studie ihrer siRNA AMT-130 an Huntingtonpatienten bekommen. Die Firma will die Bauanleitung des Wirkstoffs mit Hilfe eines Virus in Neurone einschleusen. Nachdem dieses eine Zielzelle infiziert hat, liest sie sein Erbgut ab und kopiert die Bauanleitung für die siRNA in die eigene DNA. So ist der Wirkstoff schließlich dauerhaft im Genom der Zelle verankert. Die Viren sind zudem gentechnisch so verändert, dass sie sich in den Zellen nicht vermehren können. Das soll verhindern, dass sie zur Gesundheitsgefahr werden.

Ein großer Nachteil eines solchen Eingriffs ist jedoch, dass er nicht rückgängig gemacht werden kann – auch dann nicht, wenn zum Beispiel schwere Nebenwirkungen auftreten. Zudem können die Viren nicht wie ASOs über die Rückenmarksflüssigkeit verabreicht werden, sondern müssen so nahe wie möglich an das Zielgewebe gelangen. Das bedeutet, Ärzte müssten solche Wirkstoffe direkt ins Gehirn injizieren, damit diese Wirkung zeigen können. Sollte der Ansatz sich als sicher und wirksam herausstellen, wäre das trotz solcher Einschränkungen aber ein großer Erfolg.

Unternehmen und Institute forschen nicht nur an Medikamenten, die Huntingtin-RNA blockieren. In den vergangenen Jahren rückte das Genome Editing zunehmend in den Fokus (siehe »Heilung dank Genscheren?«, oben). Der Begriff fasst verschiedene molekularbiologische Methoden zusammen, die zielgerichtete Eingriffe im Genom einer Zelle ermöglichen. Mit ihrer Hilfe lassen sich einzelne Nukleotide oder kurze DNA-Sequenzen in einem Zielgewebe entfernen, austauschen oder einfügen. Die weit über die Forscherwelt hinaus bekannte CRISPR/Cas-Technik, aber auch die schon länger verwendeten Zinkfinger-Nukleasen bieten solche Möglichkeiten. Mit ihnen haben Forscher bereits mutiertes Huntingtin in einzelnen Zellen und sogar im Nervensystem von Mäusen ausgeschaltet. Trotz einiger Euphorie um Genscheren wird hier allerdings noch viel

Arbeit nötig sein, bis die Wirkstoffe an menschlichen Patienten getestet werden können.

Die Antisense-Therapie hat diesen schweren ersten Schritt bereits geschafft. Der Ansatz, bei erblichen Erkrankungen schädliche Produkte abzufangen, birgt großes Potenzial für die Zukunft. Antisense-Wirkstoffe maßzuschneidern und so anzupassen, dass sie im Körper wirken können, ist heute relativ einfach. Forscher nutzen die Wirkstoffe deshalb auch für andere neurodegenerative Erkrankungen. Einige haben schon erfolgreich klinische Studien durchlaufen. So hat sich gezeigt, dass ASOs auch in den Verlauf anderer genetischer Erkrankungen wie der spinalen Muskelatrophie und der familiär gehäuften amyotrophen Lateralsklerose (ALS) eingreifen können. Darüber hinaus werden die RNAs derzeit für die Behandlung der Alzheimererkrankung, von bestimmten Tumorerkrankungen und familiärer Cholesterinerhöhung untersucht. Es bleibt zu hoffen, dass sich auch RG6042 in der nächsten Studienphase bewähren wird. ★

QUELLEN

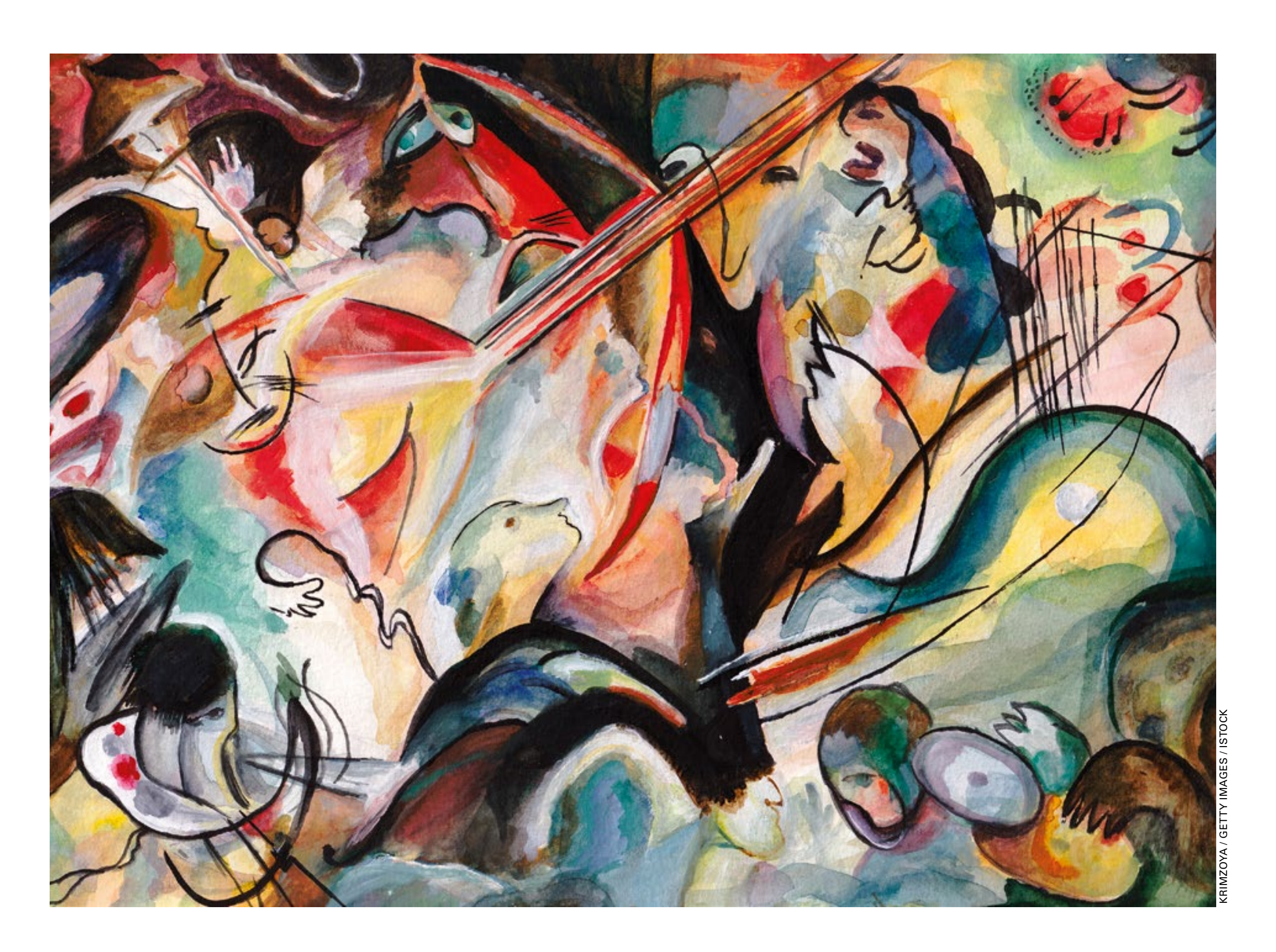
Ly, C. V., Miller, T. M.: Emerging Antisense Oligonucleotide and Viral Therapies for Amyotrophic Lateral Sclerosis. *In: Current Opinion in Neurology 31, S. 648–654, 2018*

Tabrizi, S. et al.: Effects of IONIS-HTTRx in Patients with Early Huntington's Disease, Results of the First HTT-Lowering Drug Trial (CT.002). *In: Neurology 90, 15 Supplement, 2018*

Wild, E. J., Tabrizi, S.: Therapies Targeting DNA and RNA in Huntington's Disease. *In: Lancet Neurology 16, S. 837–847, 2017*

Wood, M. J. A. et al.: Spinal Muscular Atrophy: Antisense Oligonucleotide Therapy Opens the Door to an Integrated Therapeutic Landscape. *In: Human Molecular Genetics 26, S. 151–159, 2017*

Dieser Artikel im Internet: www.spektrum.de/artikel/1623846


KRIMZOYA / GETTY IMAGES / ISTOCK

Die Evolution der Kultur

Philosophische Überlegungen zur Entwicklung des menschlichen Geistes

Wie zeigt sich das Bewusstsein? Die Antwort des US-amerikanischen Philosophen Daniel Dennett lautet: im Selbstgespräch als Bewusstseinsstrom, was allerdings erst die Sprache ermöglicht hat. Denn sie erlaubt, auf Informationen und Kompetenzen anderer Menschen zurückzugreifen. Sie sei auch der Grund, weshalb sich die kognitiven Fähigkeiten des Menschen im Vergleich zu denen von Tieren so exorbitant verbessert haben, erklärt der Professor für Philosophie von der Tufts University in Boston.

Die Kultur entwickelt sich dank diverser Techniken, die Dennett im Anschluss an Richard Dawkins Meme nennt – ein Begriff, der in der angelsächsischen Kulturtheorie besonders verbreitet ist. Meme sind alle tradierten Wissensformen, die den Umgang mit der Natur oder anderen Menschen verbessern, etwa Sprache, Sitten und Gebräuche, Melodien, Handwerkstechniken, aber auch Kleidermoden. Sie werden von Generation zu Generation weitergegeben, erweitert und optimiert. Für Dennett agieren Meme wie Viren, die in das Gehirn des Wirts wandern und diesen beeinflussen.

Dabei handelt es sich zunächst nicht um geplante kulturelle Prozesse. Wenn jemand sein Kanu verbessert, wird er selbst vermutlich nicht mehr miterleben, wenn sich diese Technik kulturell durchsetzt. Dass er damit ein Mem prägt, das andere motiviert, ist nicht seine Intention.

Vielmehr handelt es sich um so genannte Bottom-up-Prozesse, die nicht nur bei kulturellen Entwicklungen stattfinden, sondern auch bei der biologischen Evolution. Wenn Termiten beispielsweise kunstvoll erscheinende Behausungen bauen, folgen sie keinem Plan eines Baumeisters, sondern wenden einfach ihre natürlichen Kompetenzen an. Dennett vergleicht Meme mit Genen: So wie unsere Gene uns beeinflussen, ohne dass uns dies bewusst ist, prägen Meme uns als Kulturmensch weitgehend hintergründig. Im Lauf der Entwicklung bieten sich Dennett zufolge allerdings Chancen, dies umzukehren. Zunehmend breiteten sich geplante Top-down-Aktivitäten aus, bei

denen die Leitenden bewusst bestimmte Zwecke verfolgen und dementsprechende Kompetenzen und Mittel einsetzen – man denke an die Forschung oder politische Institutionen.

In seinem Werk überträgt der inzwischen 76-jährige Philosophieprofessor die Evolutionstheorie auf die Kultur. Beide beruhen laut Dennett auf vergleichbaren Mechanismen, nämlich Genen und Memen, welche die (überwiegend unbewussten) Prozesse prägen. Der Geist besteht dann nicht nur aus dem Bewusstsein des Menschen, sondern auch aus den Memen, die seine Kultur prägen. So gibt es einen Weg von den Bakterien bis zu Bach, den die Memen als das alles verbindende Element ebneten. Natur und Kultur bilden daher eine Einheit.

Das Buch fasst Dennetts 50-jähriges Engagement für eine materialistische Kulturtheorie sowie die Debatte über die Herkunft des Menschen und die Entstehung der Kultur zusammen. Mit seinem Opus magnum will der Autor Geist und Bewusstsein auf natürliche materielle Grundlagen zurückführen und rein geistige oder religiöse Interpretationen widerlegen. Dabei ist seine Argumentation nicht zuletzt durch Beispiele nachvollziehbar und sein Werk auf einem hohen Niveau unterhaltsam, obgleich es auf Grund der Komplexität und Vielfalt des Stoffs eine gründliche Lektüre verlangt.

Hans-Martin Schönherr-Mann ist Professor für politische Philosophie an der Ludwig-Maximilians-Universität München.





★★★★★

Daniel C. Dennett

VON DEN BAKTERIEN ZU BACH – UND ZURÜCK

Die Evolution des Geistes

Aus dem Amerikanischen von Jan-Erik Strasser. Suhrkamp, Berlin 2018, 512 S., € 34,–

Spektrum der Wissenschaft und Springer Science+Business Media gehören beide zur Verlagsgruppe Springer Nature. Dies hat jedoch keinen Einfluss auf die Auswahl der besprochenen Bücher oder die Inhalte der Rezensionen. Wir behandeln Titel aus dem Springer-Verlag mit demselben Anspruch und nach denselben Kriterien wie Titel aus anderen Verlagen.



★★★★☆

Julia F. Christensen, Dong-Seon Chang

TANZEN IST DIE BESTE MEDIZIN

Warum es uns gesünder, klüger und glücklicher macht

Rowohlt, Reinbek 2018, 320 S., € 14,99

Tusch auf den Tanz

Zwei Neurowissenschaftler erklären, warum wir öfter tanzen sollten

Neun Kapitel, um eine ganze Nation zum Tanzen zu bringen. Das ist das Ziel von Julia Christensen und Dong-Seon Chang, beide Neurowissenschaftler und begeisterte Tänzer. Die Idee zu diesem Buch kam ihnen auf einer Konferenz in Griechenland. Acht Tage lang tauschten sie sich dort mit anderen Forschern über ihre gemeinsame Leidenschaft, das Tanzen, und die wissenschaftliche Sicht darauf aus. Diese Tagung zieht sich wie ein roter Faden durch das Werk.

Die Autoren betrachten das Phänomen Tanz aus verschiedenen Blickwinkeln: aus der Sicht aktueller (teils eigener) neurowissenschaftlicher und medizinischer Forschung, aber auch aus ihren Erfahrungen und ihrem Wissen als aktive Tänzer. Immer wieder lockern persönliche Anekdoten die Forschungserkenntnisse auf. Neben den Fragen, warum wir überhaupt tanzen und welche Prozesse dabei in unserem Körper und Gehirn ablaufen, widmen sie sich seiner sozialen und emotionalen Bedeutung. Insbesondere geht es ihnen darum, ob und wie Tanzen die physische und psychische Fitness steigert und inwiefern es verschiedene Krankheiten wie Depressionen, Rückenschmerzen, Demenz und Parkinson vorbeugen oder lindern kann. Eine umfangreiche, nach Kapiteln unterteilte Literaturliste belegt die Argumentation, die zahlreichen Beispiele und Metaphern machen sie anschaulich. So vergleichen die Autoren das Gehirn eines Neugeborenen etwa mit einem noch nicht zusammengebauten Ikea-Regal: »Es liegt schon alles ganz nah beieinander, muss aber noch an seinen richtigen Platz und in seine spätere Funktion gerückt werden.« Auch wenn man nur hoffen kann, dass in unserem Gehirn so manches besser funktioniert.

Darüber hinaus erfahren wir reichlich Kurioses und Nützliches, etwa dass es in Korea spezielle Diskotheken für Senioren gibt oder welcher Song sich am besten als Taktgeber für eine Herzdruckmassage eignet (an sich ist es »Highway to Hell«, aber angesichts der Umstände

Bestseller

Die aktuellen Spitzentitel aus den Bereichen Psychologie, Hirnforschung und Gesellschaft

1 ANNE FLECK
Ran an das Fett
Wunderlich, Reinbek 2019, 432 S., € 24,99

2 YAEL ADLER
Darüber spricht man nicht: Dr. med. Yael Adler erklärt fast alles, was uns peinlich ist
Droemer, München 2018, 368 S., € 16,99

3 LEON WINDSCHEID
Hey Hirn! Warum wir ticken, wie wir ticken
Heyne, München 2018, 288 S., € 9,99

4 JOE NAVARRO
Menschen lesen. Ein FBI-Agent erklärt, wie man Körpersprache entschlüsselt
MVG, München 2010, 272 S., € 16,95

5 BRONNIE WARE
Leben ohne Reue: 52 Impulse, die uns daran erinnern, was wirklich wichtig ist
Arkana, München 2014, 221 S., € 18,99

6 DIETRICH GRÖNEMEYER
Weltmedizin: Auf dem Weg zu einer ganzheitlichen Heilkunst
S. Fischer, Frankfurt am Main 2018, 287 S., € 20,–

7 YAEL ADLER
Haut nah. Alles über unser größtes Organ
Droemer Knaur, München 2016, 336 S., € 16,99

8 THOMAS BAUER
Die Vereindeutigung der Welt – Über den Verlust an Mehrdeutigkeit und Vielfalt
Reclam, Ditzingen 2018, 104 S., € 6,–

9 NOVA MEIERHENRICH
Wenn Liebe nicht reicht: Wie die Depression mir den Vater stahl
Edel, Hamburg 2018, 240 S., € 17,95

10 MANFRED SPITZER
Die Smartphone-Epidemie
Klett-Cotta, Stuttgart 2018, 368 S., € 20,–

Nach Verkaufszahlen von media control gelistet (Zeitraum: 10. 1. 2019–6. 2. 2019)



empfiehlt sich eher »Stayin' Alive«). Auch Flirttipps gibt es: Frauen sollten beim Tanzen für einen großen Hüftschwung sorgen, Männer auf ihr rechtes (!) Knie achten. Den Abschluss des Buchs bildet ein »Tanztest«, um den richtigen Tanzstil für sich zu finden.

Die Begeisterung der beiden Wissenschaftler fürs Tanzen ist stets spürbar und kann ansteckend wirken und zum Ausprobieren anregen. Was das Buch auf der einen Seite bereichert, ist gleichzeitig seine größte Schwäche. Hin und wieder wäre ein kritischerer Blick wünschenswert gewesen. Nur zweimal lassen die Autoren anklingen, dass Tanzen allein kein Wundermittel gegen Krankheiten ist und die Erforschung seiner Effekte auf unseren Körper noch in den Kinderschuhen steckt. Natürlich haben sie Recht, wenn sie sagen: »Schaden kann Tanzen auf gar keinen Fall.« Und wer sich dafür begeistert oder auf der Suche nach einem neuen ganzheitlichen Training ist, dem ist dieses Buch zu empfehlen. Allerdings schadet es wohl auch nicht, nicht zu tanzen, wenn man sich dafür nicht begeistern kann. Es gibt sicher viele andere Möglichkeiten, sich zu bewegen, mit anderen in Kontakt zu kommen und Spaß zu haben, die ebenso unserem Wohlbefinden und unserer Gesundheit guttun.

Maike Hege ist promovierte Neurowissenschaftlerin und lebt in Darmstadt.



★★★☆☆

Bruno Müller-Oerlinghausen, Gabriele Mariell Kiebgis

BERÜHRUNG

Warum wir sie brauchen, und wie sie uns heilt

Ullstein, Berlin 2018, 288 S., € 18,–

Streicheleinheiten für die Seele

Ein chaotisch geratener Appell für den Wert der Berührung

Versucht man, das Buch wiederzugeben, steht man vor einem Problem: Es mangelt sowohl beim Inhalt als auch beim Aufbau an einem roten Faden. Stattdessen reißen Bruno Müller-Oerlinghausen, emeritierter Professor an der Freien Universität Berlin, und Gabriele Mariell Kiebgis, Massage- und Körpertherapeutin, zahlreiche Themen nur kurz an.

Los geht es mit einem Kapitel zur Geschichte der Körpertherapie und der Erkenntnis der Autoren, es gäbe eine Berührungsarmut in der heutigen Zeit. Das

Selbst werde allerdings von Berührungserfahrungen geprägt – so sei es etwa wichtig, dass ein Neugeborenes gestreichelt wird. Auch Hauterkrankungen wie Akne und psychiatrische Diagnosen treten laut Müller-Oerlinghausen und Kiebgis oftmals gemeinsam auf.

Darüber hinaus erläutern die Autoren die neuronale Verarbeitung taktiler Reize, den Aufbau der Haut und stellen verschiedene Massagegriffe und -arten vor, darunter zwei, die sie selbst mitentwickelt haben. Besonders wichtig sei die »Klarheit und Eindeutigkeit der Berührung«, um positive Effekte zu erzeugen, zum Beispiel bei Menschen mit einer Depression.

Zur Wirkung der Massage gebe es viel versprechende Einzelergebnisse, doch es mangle noch an aussagekräftigen Studien. Das Argument der Autoren, dies läge an den schwer herzustellenden Kontrollbedingungen, überzeugt allerdings wenig. Gelegentlich stolpert man auch über fragwürdige Bemerkungen. In einer Metaanalyse fand ein Psychologe eine ähnlich positive Wirkung von Massagen und Psychotherapie bei Depressionen. Für Müller-Oerlinghausen und Kiebgis stellt das »für einen Psychologen eine bemerkenswerte Aussage« dar. Soll demnach der akademische Abschluss das statistische Ergebnis beeinflussen? Bei dieser Einstellung muss man sich nicht wundern, wenn eine Masseurin von den Effekten der Berührung schwärmt.

Die wechselnden Formate – von Übungen über ein Interview bis zu fachwortlastigen Fließtexten – halten auf Trab. Zudem begleitet einen das Paar Noah und Maria durch das Buch. Er kämpft gegen Burnout an, sie scheint zu sich finden zu wollen. Ihre Geschichte ist interessant, wirkt aber stellenweise konstruiert.

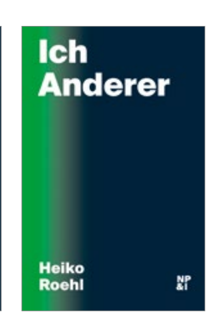
Im Praxiskapitel gibt es dann zahlreiche Übungen wie das Gehen über verschiedenartige Oberflächen. Warum die Autoren genau diese ausgewählt haben und in welcher Reihenfolge man sie am besten anwendet, bleibt offen. Sie sollen »Spaß und Lust bereiten«. Zum Thema Lust findet sich gen Ende noch ein Interview mit einer ehemaligen Masseurin. Sie berichtet von ihren Erfahrungen mit Kunden bei erotischen Massagen und geht darauf ein, inwiefern sich ihr Beruf auf ihr Privatleben ausgewirkt hat – das ist nicht uninteressant, doch der Mehrwert bleibt unklar. Erwähnenswert ist der Anhang, der ein Sechstel des Buchumfangs ausmacht und neben Literaturhinweisen auch ein Glossar enthält.

Wer über den chaotischen, wenig durchdachten Aufbau des Werks hinwegsehen kann, darf sich auf einen abwechslungsreichen Impulsgeber mit dem Schwerpunkt Massagen freuen, der einlädt, dem eigenen Körperempfinden und zwischenmenschlichen Berührungen mehr Aufmerksamkeit zu schenken.

Marie-Theresa Kaufmann hat einen Bachelorabschlusss in Psychologie und arbeitet als Wissenschaftsjournalistin in Würzburg.







★★★★☆

Gert Scobel

NICHTDENKEN

★★★★★

Philipp Hübl

BULLSHIT-RESISTENZ

★★☆☆☆

Heiko Roehl

ICH ANDERER

Nicolai Publishing & Intelligence, Berlin 2018
je zirka 100 S., € 20,– (Sammelbox mit allen sieben Bänden: € 100,–)

Vom Guten und Wahren

Eine neue Essayreihe soll uns fürs moderne Leben wappnen

Das leuchtende Grün der Buchrücken, auf dem Cover in Blaugrau übergehend, springt sofort ins Auge. Und die schmalen Bändchen wecken zudem die Erwartung, hier werde man kurz und bündig mit dem Rüstzeug für das moderne Leben versorgt. Schließlich will uns diese neue Buchreihe des Berliner Verlags Nicolai Publishing die »Tugenden für das 21. Jahrhundert« nahebringen. Insgesamt sieben Bände behandeln hochaktuelle Themen, darunter Achtsamkeit, Fake News und die Konstruktion des Selbst im digitalen Zeitalter.

Der 3sat-Moderator Gert Scobel, studierter Philosoph und Autor umfangreicher Werke über Weisheit und Meditation, plädiert für mehr »NichtDenken«. Diese unterscheide sich vom bloßen »nicht Denken«, das ein Abschalten, eine mentale Auszeit beschreibe. »NichtDenken« sei vielmehr eine Art Selbstdistanzierung, die die Automatik des Denkens erhelle. Denn, so Scobel: »Gedankenschwaden vernebeln die Sicht und machen tendenziell unglücklich.« Der Autor stellt Theorie und Praxis der Achtsamkeit vor und referiert viele Studien von Hirnforschern sowie Psychologen, etwa über die Rolle des »default mode network« (Ruhemodus-Netzwerk) beim Tagträumen. Zudem macht Scobel zahlreiche Anleihen bei fernöstlichen Meditationslehrern. So verknüpft er buddhistisches Gedankengut, Lebensphilosophie und Wissenschaft.

Wie die meisten Vertreter solcher »Besinnungsliteratur« lässt der Essay jedoch offen, worin genau der andere, hellsichtige Zugang zur Realität bestehen soll, den einen die Achtsamkeit lehrt. Was ist dieser »klare, strahlend blaue Himmel« der »wahren Wirklichkeit«? Eine mystische Erfahrung? Eine Selbstentgrenzung, ja Auflösung des Ichs? Und kann es eine solche *reine* Erkenntnis jenseits des denkenden Subjekts überhaupt geben?

Scobel geht es um das »einfache Bewusstsein des gegenwärtigen Augenblicks, ohne Extras oder Hinzugedachtes«. An einer Stelle im Buch erklärt er, es sei längst noch nicht ausgemacht, dass alle mentalen Zustände auf Hirnaktivität gründen. Doch was wäre ein geistiger Zustand *ohne* neuronale Basis? Hier schimmert eine transzendete Weltsicht durch, die für manche Leser sicherlich eine Spur zu spirituell ist. Allerdings weist der Autor auch auf mögliche negative Nebeneffekte der Achtsamkeit hin wie beispielsweise das exzessive Wälzen der eigenen Befindlichkeit. Zudem betont er, dass Meditation keinen besseren Menschen aus einem macht. Jene neumodische »McMindfulness«, die zur raschen Selbstoptimierung anleiten soll, bewertet er kritisch.

Während der Fernsehmann Scobel sich in bewusstseinstheoretische Höhen aufschwingt, bleibt der Stuttgarter Philosoph Philipp Hübl in seinem Band »Bullshit-Resistenz« sprachlich und argumentativ bodenständig. Gerade so, als wollten sich die Autoren ihrer jeweils eigenen professionellen Prägung entgegenstemmen, vermeidet der eine den Boulevard-Sound, der andere hingegen den Fachjargon.

Hübl legt in fünf Schritten anschaulich dar, was Wahrheit ist, warum wir sie vor dem grassierenden Unsinn schützen sollten und welche Kompetenzen dafür erforderlich sind. Der Autor sieht nicht im bewussten, von Interessen geleiteten Streuen von Lügen und Legenden das Hauptproblem, sondern in einem um sich greifenden Relativismus: in der Ansicht also, man könne so gut wie alles behaupten, wenn man es nur ansprechend genug verpackt. Eben nicht, erklärt Hübl. Das Streben nach Wahrhaftigkeit und die Einsicht, dass gründliche Überlegung nötig ist, hält er für zentral – in Zeiten von Filterblasen und Fake News mehr denn je.

Das Streben nach Wahrhaftigkeit und die Einsicht, dass gründliche Überlegung nötig ist, hält Hübl für zentral

Der Psychologe und Soziologe Heiko Roehl wiederum behandelt das durch die Digitalisierung zunehmend gefährdete Selbst. Wie Kuratoren unseres eigenen Ichs stellten wir im Alltag, insbesondere in den sozialen Medien, viele verschiedene, schnell wechselnde Identitäten aus – und häufig zur Schau. Dies führe dazu, dass Rollenbilder immer stärker ausdifferenzierten und die damit verbundenen Erwartungen immer unverbindlicher würden. Ein und dieselbe Person inszeniere sich hier als cooler Rockertyp, dort als treu sorgender Daddy, hier als taffe Business-Frau, dort als beste Freundin.

Roehls Diagnose klingt dabei so aufgeregt, als dulde unser unüberschaubares digitales Leben keinen Aufschub hinsichtlich der zu ergreifenden Gegenmaßnahmen. Nur worin die bestehen, bleibt unklar. Begriffe wie »Hyperdifferenzierung« oder »radikale Reflexivität«, angereichert mit Wortschöpfungen wie »Komplexitätsadäquanz«, klingen zwar toll, sagen allein aber wenig aus.

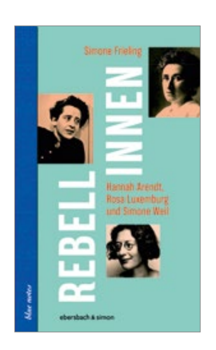
Manche von Roehls Sätzen kreuzen sogar hart am Rand der Sinnleere, etwa wenn er schreibt: »Mit dem Fokus auf Konvergenz, einem Bemühen um das Gemeinsame und einem wachsenden Verständnis für die systemische Bedingtheit der Themen gelingt die notwendige Wiederanreicherung komplexitätsverarmter Fragestellungen mit den ausgeblendeten Kontexten.« Das ein oder andere Beispiel wäre hilfreich gewesen.

Die Forderung, Identität heute als »iterativ, tentativ und zunehmend sozial konstruiert« zu betrachten, besagt ja zunächst einmal nur, was wir laut Roehl

ohnehin alle tun: immer wieder wechselnde »Iche« ausprobieren, ohne uns festzulegen, stets nach den anderen schielen und uns mit ihnen vergleichen. Welchen *neuen* Umgang mit uns selbst und miteinander empfiehlt der Autor? Schwer zu sagen.

Irritierend ist, dass sich Roehl selbst offenbar nicht festlegen will, sondern lieber ins Abstrakte flüchtet. Einerseits sei es nötig, Komplexität zu reduzieren; andererseits seien eindimensionale Sichtweisen und einfache Antworten natürlich blöd. Einerseits sei jeder *viele*, andererseits wirken klare Selbsturteile (»So bin ich eben«) heilsam. Was also tun? Eine Tugend, die so wichtig ist wie eh und je, lassen die Essays teils vermissen – die, sich klar auszudrücken.

Steve Ayan ist Diplompsychologe und Redakteur bei »Gehirn&Geist«.



★★★★★

Simone Frieling

REBELLINNEN

Hannah Arendt, Rosa Luxemburg und Simone Weil

Ebersbach & Simon, Berlin 2018, 144 S., € 18,–



★★★★☆

Stefan Knischek (Hg.)

DIE WAHRHEIT MUSS HERAUS

Worte genialer Philosophinnen

Marix, Wiesbaden 2018, 232 S., € 14,–

Starke Vordenkerinnen

Zwei Bücher widmen sich dem Leben und den Ideen außergewöhnlicher Frauen

Manchmal faszinieren uns Menschen so sehr, dass ihre Gedanken uns noch 100 Jahre später in den Bann ziehen. Zwei Bücher widmen sich aktuell dem Leben von Philosophinnen und Politikerinnen, die ganze Generationen beeindruckten. »Rebellinnen« stellt drei von ihnen in gefühlvollen Porträts vor: Rosa Luxemburg, Hannah Arendt und Simone Weil. »Die Wahrheit muss heraus« ist dagegen eine Sammlung von Sprüchen von insgesamt 38 Geisteswissenschaftlerinnen. Beide Werke sind auf eine jeweils eigene Art ungewöhnlich. Ihre Gemeinsamkeit: Sie handeln von Frauen, die unsere Gesellschaft mit ihren Theorien geprägt haben.

Seifen, Wäsche und Nachthemden bringt Karl Liebknecht seiner Mandantin Rosa Luxemburg im Februar 1915 ins Weibergefängnis. Doch noch mehr freut sie sich über die Mitbringsel ihrer Freundin Clara Zetkin: Flugblätter, Stift und Papier. Die Zeit in der Haft nimmt Luxemburg fast mit heiterer Ruhe auf, endlich Zeit, um zu schreiben. Als sich die Haftbedingungen verschärfen, übersteht sie die Zeit, indem sie Amseln oder Spatzen beobachtet und Kraft und Ablenkung aus den Büchern von Eduard Mörike und Johann Wolfgang von Goethe schöpft.

Die Autorin Simone Frieling beschreibt mit viel Fingerspitzengefühl ausgewählte Stationen aus dem Leben der Philosophinnen. Bei Luxemburg ist es die Zeit als Gefangene, bei Hannah Arendt das Leben nach ihrer Flucht aus Nazideutschland, als eine Art Shitstorm wegen ihres Buchs »Eichmann in Jerusalem« über sie hereinbricht. In ihrem Werk hatte sie den Prozess gegen den ehemaligen SS-Obersturmbannführer Adolf Eichmann und die administrativen Massenmorde im Nationalsozialismus thematisiert.

Auch wenn Luxemburgs Ermordung nun 100 Jahre zurückliegt und Arendts Buch bereits 1963 erschien, haben weder die Worte der Philosophinnen noch die damaligen Ereignisse an Aktualität eingebüßt. Zwei Beispiele: 1918 wurde eine Frau von einer ultranationalistischen Meute durch die Stadt gehetzt und misshandelt, weil diese sie fälschlicherweise für die Kriegsgegnerin Luxemburg hielt. Ähnliche Meldungen von Angriffen und Hetzjagden lesen wir täglich in den Nachrichten. Und die 1933 geflüchtete Hannah Arendt spricht mit ihren Gedanken über das Gefühl, fremd zu sein, auch heute noch vielen Menschen aus der Seele: »Wir haben unser Zuhause und damit die Vertrautheit des Alltags verloren. Wir haben unseren Beruf verloren und damit das Vertrauen eingebüßt, in dieser Welt irgendwie von Nutzen zu sein. Wir haben unsere Sprache verloren und mit ihr die Natürlichkeit unserer Reaktionen, die Einfachheit unserer Gefühle.«

Insgesamt ist das Buch aber nicht so kämpferisch, wie es der Titel vorgibt. Stattdessen enthält es einfühlsame Porträts der drei Frauen, bei denen sie selbst als Person und weniger ihr politisches oder philosophisches Wirken im Vordergrund stehen. Es lohnt sich, das Büchlein mit dem hochwertigen Einband und den 144 Seiten immer mal wieder in die Hand zu nehmen.

Auch bei »Die Wahrheit muss heraus« stehen Vordenkerinnen im Mittelpunkt; insgesamt sind es 38. Wer also weibliche Vorbilder in den Geisteswissenschaften vermisst: Hier sind sie. Die Aussprüche und

Weisheiten der Frauen, die der Band vorstellt, sind heute nach wie vor relevant. Olympe de Gouges hatte schon vor Hunderten von Jahren die Benachteiligung von Frauen angeprangert und sich gegen diese eingesetzt, Katharina von Siena bereits im 14. Jahrhundert gegen soziale Missstände protestiert. Die meisten der in diesem Buch versammelten Frauen lebten allerdings wie Edith Stein, Simone de Beauvoir oder Helene Stöcker im 20. Jahrhundert. Auch sie haben mit ihren Schriften Missstände entlarvt, Doppelmoral demaskiert und vor Totalitarismus gewarnt.

Der Herausgeber Stefan Knischek hat diese starken Frauen auf besondere Art in den Mittelpunkt gestellt. Denn anders als in den meisten anderen Sprüchesammlungen hat er sich komplett zurückgenommen. Kein ausschweifendes Vorwort, keine langatmige Erklärung und kein Schlusswort. Das Buch beginnt mit einem Satz der ungarischen Philosophin Agnes Heller: »Niemand kann frei sein, wenn es die anderen nicht sind.« Sie ist eine von fünf der im Buch behandelten Frauen, die heute noch leben. Geboren 1929, hatte sie als Marxistin und Mitglied der Budapester Schule mit dem real existierenden Sozialismus gebrochen; als Jüdin entging sie 1944 mehrmals dem Tod; gejagt von ungarischen Faschisten wies sie jede Philosophie zurück, die nicht auf einer Individualität des Menschen basierte.

Knischek präsentiert die mehr als 1500 Sprüche in seinem Werk nach Themen geordnet: Sein, Natur, Mensch und Arbeit, Liebe und Partnerschaft oder Frauenfragen sind einige davon. Am Ende der Sammlung stellt Knischek mit knappen und gut lesbaren einseitigen Kurzporträts die Frauen vor. Die pointierten Biografien sind trotz aller Kürze sehr treffend und verschweigen nicht die Widersprüchlichkeiten der Frauen. Ebenso zeigt der Band, wie unterschiedlich und vielfältig die Sicht der Geisteswissenschaftlerinnen auf das Leben ist.

Wer Lebensweisheiten mag oder keine vollständige Biografie erwartet, dem wird das Werk gefallen. Beide Bücher machen deutlich, wie wichtig die Themen, mit denen sich die Philosophinnen damals auseinandergesetzt haben, heute noch sind, und regen zum Nachdenken an, zum Beispiel mit Hannah Arendts Aussage: »Um die Wahrheit in der Politik ist es schlecht bestellt.« Die Werke lassen ein Gefühl dafür zurück, wie leidenschaftlich und couragiert diese Frauen für ihre Ideen gekämpft haben – und es zum Teil heute noch tun. Denn die Sozialwissenschaftlerin Christina Thürmer-Rohr und die Psychoanalytikerin Luce Irigaray, beide inzwischen schon über 80 Jahre alt, sind zum Beispiel immer noch aktiv.

Katja Engel ist promovierte Ingenieurin und Wissenschaftsjournalistin in Dortmund.

Gehirn&Geist

Chefredakteur: Prof. Dr. phil. Dipl.-Phys. Carsten Könneker M. A. (verantwortlich)
Artdirector: Karsten Kramarczik
Redaktionsleitung: Dr. Hartwig Hanser
Redaktion: Dipl.-Psych. Steve Ayan (stv. Redaktionsleitung, Ressortleitung Psychologie), Dipl.-Psych. Liesa Bauer, Dr. Katja Gaschler (Koordination Sonderhefte), Dr. Anna von Hopffgarten (Ressortleitung Hirnforschung), Dr. Michaela Maya-Mrschtik (komm. Ressortleitung Medizin), B. A. Wiss.-Journ. Daniela Zeibig
Freie Mitarbeit: Dr. Joachim Retzbach
Assistentin des Chefredakteurs, Redaktionsassistenz: Lena Baunacke
Schlussredaktion: Christina Meyberg (Ltg.), Sigrid Spies, Katharina Werle
Bildredaktion: Alice Krüßmann (Ltg.), Anke Lingg, Gabriela Rabe
Layout: Karsten Kramarczik, Oliver Gabriel, Anke Heinzelmann, Claus Schäfer, Natalie Schäfer

Übersetzung: Dr. Markus Fischer, Esther Hansen, Anja Nattefort
Herstellung: Natalie Schäfer
Marketing: Annette Baumbusch (Ltg.), Tel.: 06221 9126-741, E-Mail: service@spektrum.de
Einzelverkauf: Anke Walter (Ltg.), Tel.: 06221 9126-744
Verlag: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, Postfach 10 48 40, 69038 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-712, E-Mail: gehirn-und-geist@spektrum.de; Hausanschrift: Tiergartenstraße 15–17, 69121 Heidelberg, Tel.: 06221 9126-600, Fax: 06221 9126-751, Amtsgericht Mannheim, HRB 338114

Geschäftsleitung: Markus Bossle
Leser- und Bestellservice: Helga Emmerich, Sabine Häusser, Ilona Keith, Tel.: 06221 9126-743, E-Mail: service@spektrum.de
Vertrieb und Abonnementsverwaltung: Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH, c/o ZENIT Pressevertrieb GmbH, Postfach 81 06 80, 70523 Stuttgart, Tel.: 0711 7252-192, Fax: 0711 7252-366, E-Mail: spektrum@zenit-presse.de, Vertretungsberechtigter: Uwe Bronn

Die Spektrum der Wissenschaft Verlagsgesellschaft mbH ist Kooperationspartner der Nationales Institut für Wissenschaftskommunikation gGmbH (NaWik).

Bezugspreise: Einzelheft: € 7,90, sFr. 15,40, Jahresabonnement Inland (12 Ausgaben): € 85,20, Jahresabonnement Ausland: € 93,60, Jahresabonnement Studenten Inland (gegen Nachweis): € 68,40, Jahresabonnement Studenten Ausland (gegen Nachweis): € 76,80. Zahlung sofort nach Rechnungserhalt. Postbank Stuttgart, IBAN: DE52 6001 0070 0022 7067 08, BIC: PBNKDEFF

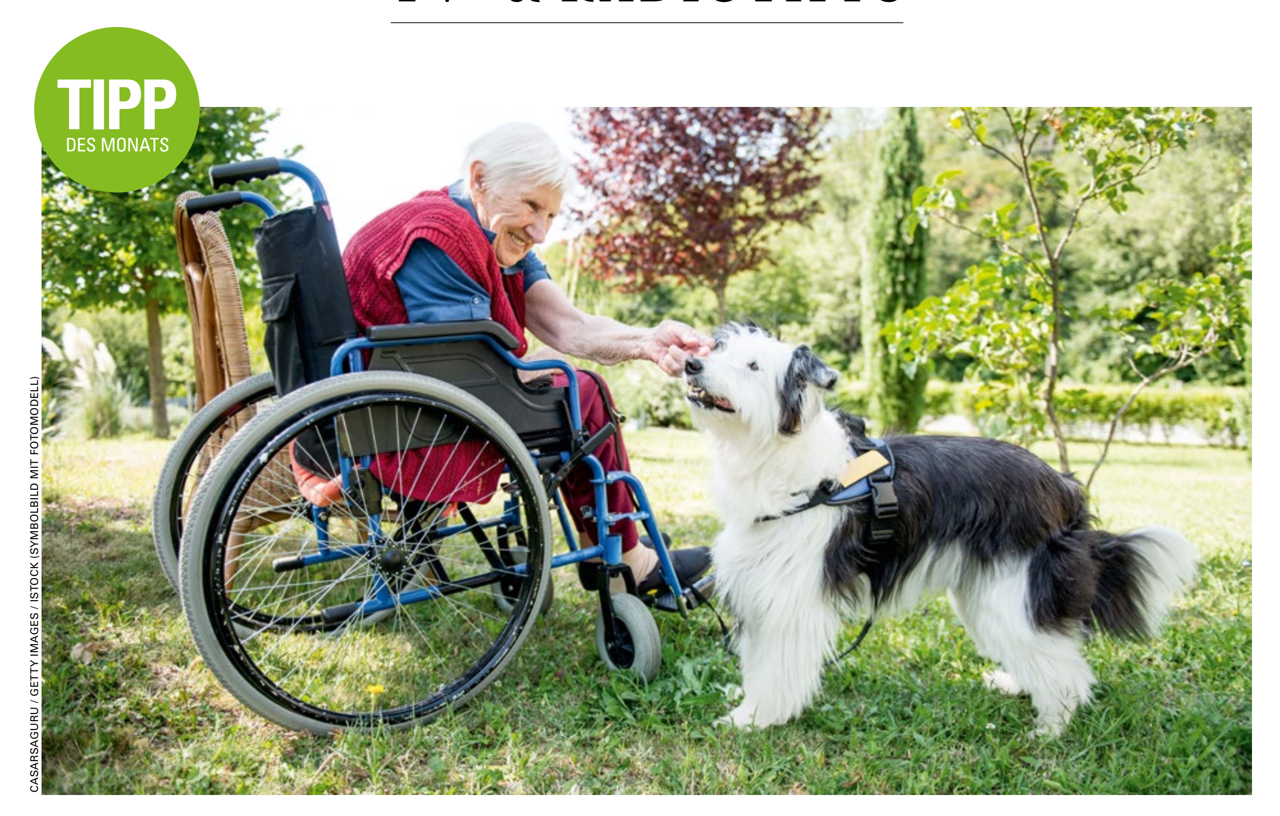
Die Mitglieder der DGPPN, des VBio, der GNP, der DGNC, der GfG, der DGPs, der DPG, des DPTV, des BDP, der GkeV, der DGPT, der DGSL, der DGKJP, der Turm der Sinne gGmbH, der NOS (Neurofeedback Organisation Schweiz) sowie von Mensa in Deutschland erhalten die Zeitschrift »Gehirn&Geist« zum gesonderten Mitgliedsbezugspreis.

Anzeigen: Karin Schmidt, Markus Bossle, E-Mail: anzeigen@spektrum.de, Tel.: 06221 9126-741
Druckunterlagen an: Natalie Schäfer, Tel.: 06221 9126-733, E-Mail: schaefer@spektrum.de
Anzeigenpreise: Zurzeit gilt die Anzeigenpreisliste Nr. 18 vom 2. 11. 2018.

Gesamtherstellung: Vogel Druck und Medienservice GmbH, Höchberg

ISSN 1618-8519

TIPP DES MONATS



CASARSAGURU / GETTY IMAGES / ISTOCK (SYMBOLBILD MIT FOTOMODELL)

Tiere helfen heilen

Freitag, 22. März

Stolperstein, Dokumentation, 3sat, 12.30 Uhr

In der Forensischen Psychiatrie im niederbayerischen Mainkofen kümmern sich psychisch kranke Straftäter um Bienenstöcke – so lernen sie, Verantwortung zu übernehmen. Dagegen setzen Neurologen einer Klinik nahe München bei Kindern im Wachkoma auf Hunde. Die Vierbeiner kommunizieren unbefangen mit den kleinen Patienten: Sie stupsen sie an, lecken ihnen die Hände – und spinnen dabei offenbar einen Faden zu deren Bewusstsein. Auch bei körperlich behinderten oder seelisch erkrankten Kindern sowie dementen Menschen werden Tiere immer häufiger als Kotherapeuten eingesetzt. Das Problem: Die Krankenkassen zahlen die Behandlung in der Regel nicht.

TV

Mittwoch, 13. März

Mahlzeit! Die Macht der Manipulation

Leschs Kosmos, Wissensmagazin, ZDFinfo, 17.15 Uhr

Bei der Entscheidung, was wir essen, wann und wie oft, lassen sich viele von aktuellen Ernährungsmoden oder von Konventionen lenken. Das Hungergefühl dagegen spielt meist nur noch eine Nebenrolle.

Mythos Geschlecht

Leschs Kosmos, Wissensmagazin, ZDFinfo, 17.45 Uhr

Typisch Mann, typisch Frau! Wieso halten sich Geschlechterklischees so hartnäckig? Hirnforscher, Pädagogen, Psychologen und Anthropologen fahnden nach den »echten Unterschieden«.

Donnerstag, 14. März

Selbstsabotage

Scobel, Gespräch, 3sat, 21 Uhr

Im Prinzip wissen wir, was gut ist für unsere Gesundheit, für die Gesellschaft und das Überleben der Menschheit. Trotzdem handeln wir oft nicht danach. Warum ist das so? Über die Ursachen diskutiert Gert Scobel mit der Psychologin Susann Fiedler von der Universität Erfurt, der Züricher Evolutionsbiologin Barbara König und dem Frankfurter Psychiater Wolfgang Merkle.

Heute euphorisch, morgen depressiv

Dokumentation, WDR, 22.40 Uhr

Arno leidet an einer bipolaren Störung. In manischen Phasen wirkt er wie ein leicht überdrehter Künstler. Immer wieder aber stürzt der 40-Jährige so tief in eine seelische Krise, dass er sogar schon versucht hat, sich das Leben zu nehmen. Die Dokumentarfilmer begleiteten Arno eineinhalb Jahre lang.

Samstag, 16. März

Angst vor dem Fremden

Dokumentation, ZDFinfo, 9.45 Uhr

Die Furcht vor dem Andersartigen wurzelt tief. Die Psychologin Beate Küpper belegte experimentell, dass sich Vorurteile gegenüber fremden Kulturen trotz rationaler Argumente halten.

KI als neues Machtinstrument?

Geopolitisches Magazin, arte, 18.10 Uhr

Alan Turing wirkte nicht nur im Zweiten Weltkrieg an der Entschlüsselung deutscher Funksprüche mit, sondern legte auch den Grundstein für die künstliche Intelligenz. Heute liefern sich verschiedene Nationen einen KI-Wettlauf.

Das Rätsel unserer Intelligenz

Dokumentation, arte, 21.35 Uhr

Seit mehr als einem Jahrhundert versuchen Wissenschaftler die Grundlagen der Intelligenz zu ergründen. Inzwischen geben sie zu: Es ist bisher noch nicht einmal gelungen, sie zweifelsfrei zu definieren.

Das Rätsel unseres Bewusstseins

Dokumentation, arte, 22.30 Uhr

Forscher der Coma Science Group von der Université de Liège untersuchen Phänomene wie Schlaf, Traum oder Koma. Dabei gewannen sie spektakuläre Erkenntnisse über das Bewusstsein.

Sonntag, 17. März

Das Krieger-Gen: Der DNA-Code der Gewalt

ZDFinfo, 10.30 Uhr

Wo hört der Einfluss der Gene auf, wo fängt der freie Wille an? Sollte ein Gewalttäter mildernde Umstände bekommen, wenn sein Erbgut entsprechende Mutationen aufweist? Die Genforschung wirft brisante Fragen auf.

Mittwoch, 20. März

Der kluge Bauch, unser zweites Gehirn

Dokumentation, 3sat, 20.15 Uhr

Eine gestörte Darmflora wirkt sich aufs Gehirn aus. So beginnt auch die Parkinsonkrankheit möglicherweise im Magen-Darm-Trakt, als Folge einer Besiedlung mit den »falschen« Bakterien.

Wunderwaffe Mikrobiom

Dokumentation, 3sat, 21.05 Uhr

Die in und auf uns lebenden Mikroorganismen sind wichtig für die Immunabwehr; sie kommunizieren mit dem Gehirn und ermöglichen einen gesunden Stoffwechsel. Zurzeit wird erforscht, wie depressiven Menschen eine Stärkung der Darmflora helfen kann.

Montag, 25. März

Intelligenz: So beeinflusst sie unser Leben

Xenius, Magazin, arte, 16.50 Uhr

Ist ein hoher IQ ein Garant für ein erfolgreiches und glückliches Leben? Die Suche nach Antworten führt in ein Talent-check-Zentrum in Österreich. Dort erzählen Hochbegabte von sich.

Radio

Dienstag, 12. März

Essstörungen

Sprechstunde, Deutschlandfunk, 10.10 Uhr

Fragen rund um die Themen Magersucht, Bulimie und Binge Eating beantwortet Franziska Geiser, Professorin für Psychosomatische Medizin und Psychotherapie an der Universität Bonn. Hörertelefon: 00800 446444464, E-Mail: sprechstunde@deutschlandfunk.de

Mittwoch, 13. März

Sinnsuche – gibt es Balsam für die Seele?

Gesundheitsgespräch, Bayern2, 10.05 Uhr

Die meisten Menschen wünschen sich ein erfülltes Leben und inneren Frieden. Wie lässt sich dieses Ziel erreichen? Mit Reinhart Schüppel, Arzt für Psychosomatik und Psychotherapie von der Johannesbad Fachklinik Furth im Wald. Hörertelefon: 00800 2462469, E-Mail: gesundheitsgespraech@bayern2.de

Dienstag, 26. März

Neue Erkenntnisse über Autismus

IQ Wissenschaft und Forschung, Bayern2, 18.05 Uhr

Henry Markram kam durch seinen erkrankten Sohn zur Autismusforschung. »Seit 60 Jahren wird behauptet, Autisten hätten keine Gefühle«, sagt der bekannte Hirnforscher. Markram ist sich dagegen sicher, dass die Betroffenen von ihren Emotionen geradezu überwältigt werden. Aus diesem Grund würden sie sich in ihre eigene Welt zurückziehen.

Mittwoch, 27. März

Körpersprache, Körperwissen

radioWissen, Bayern2, 9.05 Uhr

Es steckt uns in den Knochen, schnürt einem die Kehle zu oder lastet auf den Schultern. Psychotherapeuten und Hirnforscher ergründen, wie der Körper Erinnerungen und traumatische Erlebnisse speichert.

Reue: Mehr als nur ein »Tut mir leid!«

radioWissen am Nachmittag, Bayern2, 15.05 Uhr

Die Justiz kennt den Begriff der Reue ebenso wie die Psychologie und die großen Weltreligionen. Welche Bedeutung hat das Konzept für das gesellschaftliche Zusammenleben?

Kurzfristige Programmänderungen der Sender sind möglich. Zum Zeitpunkt der Drucklegung lagen uns keine späteren Sendetermine vor.
Diese können Sie ab dem 5. 4. 2019 kostenlos abrufen unter: www.spektrum.de/magazin/gehirn-und-geist/



HARDY MÜLLER

Kostenfreie **Exkursionen** und **Begegnungen**

22.3.2019	Leserexkursion zum Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR und seinem Weltraumbeobachtungsradar TIRA, Wachtberg
3.6.2019	Redaktionsbesuch bei **Spektrum**.de, Heidelberg
5.7.2019	Leserexkursion zu EUMETSAT, Darmstadt

Eigene **Veranstaltungen** und ausgewählte Veranstaltungen von **Partnern** zum **Vorteilspreis**

bis 22.3.2019	Live-Fotoreportage »Grenzenloses Skandinavien«, diverse Städte in der Schweiz
15.3.2019	**Spektrum** LIVE Veranstaltung »Pasta, Pomodore, Parmigiano: Physik pur«, Frankfurt a. M.
12.–14.4.2019	Symposium Kortizes »Hirn im Glück«, Nürnberg
2.5.2019	Vortrag von Steve Ayan »Ich und andere Irrtümer«, Urania Berlin
8.5.2019	Vortrag von Steve Ayan »Ich und andere Irrtümer«, DAI Heidelberg
10.5.2019	Schreibwerkstatt bei **Spektrum** der Wissenschaft, Heidelberg
23.5.2019	Vortrag von Steve Ayan »Ich und andere Irrtümer«, Hospitalhof Stuttgart
25.–28.6.2019	Konferenz »The Science of Consciousness (TSC) 2019«, Interlaken

Digitales Produkt zum kostenlosen Download und weitere Vorteile

Download des Monats im März: **Spektrum** KOMPAKT »Vulkane«
Englischkurs von Gymglish zwei Monate lang kostenlos und unverbindlich testen

Leserreisen

Vorteilspreis auf ausgewählte ornithologische Reisen bei birdingtours
5-tägige Spektrum-Leserreise nach Bern »Auf den Spuren von Albert Einstein«, durchgeführt von Wittmann Travel

Weitere Informationen und Anmeldung:
Spektrum.de/plus

Heft 5/2019 erscheint am 5. April


UNSPLASH / BRUCE MARS (UNSPLASH.COM/PHOTOS/ANDE50AAHN4)

Das Glücksparadox

Erfüllende Arbeit, gesunde Umwelt, persönliche Freiheit: Allen Unkenrufen zum Trotz geht es uns heute im Schnitt viel besser als früheren Generationen. Und das gilt nicht nur für das Leben in Deutschland, sondern weltweit, wie der Marburger Sozialforscher Martin Schröder mit empirischen Daten belegt. Warum sehen viele Menschen dennoch so schwarz? Und gibt es objektive Kriterien, an denen jeder sein Glück messen kann?


UNSPLASH / JANKO FERLIČ (UNSPLASH.COM/PHOTOS/IVRTLCELSZS)

Neuropädagogik 4.0

Jedes Gehirn ist anders, und zwar schon von Beginn an, sagen Neurowissenschaftler. Deshalb tun sich manche Schüler in der Grundschule einfach schwerer beim Lesen oder bei Aufgaben, die der Intuition widersprechen. Lehrer sollten die naturgegebenen Unterschiede akzeptieren und den Unterricht entsprechend anpassen.

Eindruck in Millisekunden

Wir beurteilen andere Menschen blitzschnell. Dazu verarbeitet unser Gehirn diverse Merkmale des Gegenübers, etwa die Höhe der Augenbrauen. Richtig sind die daraus gezogenen Schlüsse selten – unser Verhalten beeinflussen sie dennoch.

Die Angst im Bauch

Schätzungsweise eine von sieben werdenden Müttern leidet unter extremen Ängsten vor Schwangerschaft und Geburt. Psychiater nennen dieses Störungsbild Tokophobie. Die Furcht beeinflusst nicht nur, wie die Frauen ihre Schwangerschaft erleben – sie wirkt sich auch über die Geburt hinaus auf Mutter und Kind aus.

Newsletter

Lassen Sie sich jeden Monat über Themen und Autoren des neuen Hefts informieren! Wir halten Sie gern per E-Mail auf dem Laufenden – natürlich kostenlos. Registrierung unter:

www.spektrum.de/gug-newsletter


STEFFEN JÄNICKE; MIT FRDL. GEN. VON ECKART VON HIRSCHHAUSEN

Psychotest:

Ein Arzt ist für mich ein …

A) Halbgott in Weiß.

B) Schreckgespenst.

C) Vorbild.

D) Abziehbild.

Sei kein Vorbild!

DR. ECKART VON HIRSCHHAUSEN

ist Arzt, Moderator und Bühnenkünstler – und hat auf Tour immer eine Tischtennisplatte dabei, um beweglich zu bleiben, ohne viel rennen zu müssen.

Sei die Veränderung, die du selbst in der Welt sehen möchtest«, empfahl Mahatma Gandhi als Mantra gegen den inneren Schweinehund, der lieber nach den anderen schielt, als sich selbst am Schweinsohr zu packen. Müssen Ärzte ein Vorbild sein für andere? Oder eher Kumpel auf Augenhöhe, wie die beste Freundin, der man alles erzählt und die auch über ihre eigenen Schwächen spricht? Es ist verblüffend, wie wenig Mediziner von Motivationspsychologie verstehen, wo doch die meisten Erkrankungen durch drei simple Weisheiten zu verhindern wären: nicht rauchen, bewegen, Gemüse. Doch eben nur, wenn man sich auch dran hält. Die Gegenposition zu Gandhi formulierte Ödön von Horváth: »Eigentlich bin ich ganz anders, aber ich komme so selten dazu.« Das kenne ich bestens von mir. Ich bin sehr sportlich, komme nur so selten dazu, Sport zu treiben. Streng genommen in den letzten 20 Jahren eigentlich gar nicht. War einfach keine Zeit dafür. Aber im Kern bin ich immer noch die Sportskanone, die ich schon damals nicht war.

Dabei hatte ich als Kind die optimale Voraussetzung zum Bewegungskünstler. Ich bekam jahrelang orthopädisches Turnen und Einlagen verschrieben, denn ich litt unter Plattfüßen wie alle meine Geschwister. Das meinte jedenfalls der Orthopäde per Blickdiagnose zu erkennen. Ich erinnere mich, wie fasziniert ich von dem kleinen dicken Mann war, der eingeklemmt in einem Sessel mit Rollen saß. Mit einem Geschick, das jahrelange Übung verriet, stieß er sich mit dem Fuß am Boden ab, rollte von seinem Schreibtisch zur Untersuchungsliege und kam dort zum Stehen. Also der Sessel, nicht er. Dann schaute er zwei Sekunden auf unsere versammelten Füße, murmelte: »MüssenwanochmawasmitEinlagen…« und glitt mitten im Satz zurück zum Schreibtisch, ohne einen Muskel oberhalb des Unterschenkels dafür unnötig belastet zu haben. Und obwohl ich als Kind noch nichts davon wusste, ahnte ich intuitiv, dass der Mann im Rollsessel unmöglich ein Fachmann für den Bewegungsapparat sein konnte.

40 Jahre später: Einlagen sind out, aber Bewegung bleibt ein Lebenselixir. Nur wie kommt man dahin, seinen Lebensstil zu ändern? Wie schwierig das sein kann, zeigt eine Studie der Psychologen Lauren Howe und Benoît Monin: Demnach meiden wir den Umgang mit Menschen, deren tadellose Disziplin uns verunsichern könnte. Diesen Effekt demonstrierten die Forscherinnen am Beispiel von Arzt-Patient-Beziehungen, bei denen es um gesünderen Lebensstil, Übergewicht und Bluthochdruck ging. Waren die Ärzte selbst schlank und sportlich, brachen übergewichtige Patienten die Therapie schneller ab und suchten sich einen neuen Doc.

Offenbar haben die wenigsten von uns Lust, sich von einem Gesundheitsapostel ein schlechtes Gewissen machen zu lassen. Vielleicht hat mein Orthopäde unbewusst mehr richtig gemacht, als er und ich damals ahnten. Er war für mich ein Vorbild, wie ich nie werden wollte. Danke, Dr. G.! ★

QUELLE

Howe, L.C., Monin, B.: Healthier than thou? »Practising what you Preach« Backfires by Increasing Anticipated Devaluation. *In: Journal of Personality and Social Psychology 112, S. 718–735, 2017*



AUSSCHREIBUNG 2019

Der Preis wurde von der Verlagsgruppe von Holtzbrinck 1995 anlässlich des 150-jährigen Jubiläums von Scientific American, einer der ältesten Wissenschaftszeitschriften der Welt, ins Leben gerufen.

Teilnahmeberechtigt sind alle in deutschsprachigen Medien veröffentlichenden Journalistinnen und Journalisten. Die eingereichten Arbeiten sollen allgemeinverständlich sein und zur Popularisierung von Wissenschaft und Forschung, insbesondere in den Bereichen Naturwissenschaften, Technologie und Medizin, beitragen. Entscheidend ist die originelle journalistische Bearbeitung aktueller wissenschaftlicher Themen.

Es wird jeweils ein Preis in der Kategorie Text (Wortbeiträge Print und Online) und ein Preis in der Kategorie Elektronische Medien (TV, Hörfunk und Multimedia) sowie ein Nachwuchspreis (Jahrgang 1990 oder jünger) vergeben.

Der Preis in den Kategorien Text und Elektronische Medien ist mit je 5.000 Euro dotiert. Der Nachwuchspreis ist mit 2.500 Euro dotiert. Bewerben Sie sich bis zum 1. April 2019 mit 3 Beiträgen (Text) bzw. 2 – 3 Beiträgen (Elektronische Medien) aus den letzten zwei Jahren und einem Kurzlebenslauf.

Die detaillierten Teilnahmebedingungen erhalten Sie unter **www.vf-holtzbrinck.de/gvhpreis**.

KONTAKT

Veranstaltungsforum
Holtzbrinck Publishing Group

Taubenstraße 23, 10117 Berlin

Telefon +49/30/27 87 18 20
Telefax +49/30/27 87 18 18

gvhpreis@vf-holtzbrinck.de
www.vf-holtzbrinck.de

Die Auswahl erfolgt jährlich durch eine hochkarätige Jury. Eine Shortlist mit den Nominierten wird vor der Bekanntgabe der Preisträgerinnen und Preisträger auf der Webpage veröffentlicht. Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

Die Mitglieder der Jury sind:

DR. STEFAN VON HOLTZBRINCK (VORSITZ)
Vorsitzender der Geschäftsführung,
Holtzbrinck Publishing Group

PROF. DR. DR. ANDREAS BARNER
Mitglied des Gesellschafterausschusses,
Boehringer Ingelheim

ULRICH BLUMENTHAL
Redakteur „Forschung aktuell“, Deutschlandfunk

PROF. DR. ANTJE BOETIUS
Direktorin, Alfred-Wegener-Institut,
Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI)

PROF. DR. MARTINA BROCKMEIER
Vorsitzende, Wissenschaftsrat

PROF. DR.-ING. MATTHIAS KLEINER
Präsident, Leibniz-Gemeinschaft e.V.

PROF. DR. CARSTEN KÖNNEKER
Chefredakteur, Spektrum der Wissenschaft

JOACHIM MÜLLER-JUNG
Leiter des Ressorts Natur und Wissenschaft,
Frankfurter Allgemeine Zeitung

ANDREAS SENTKER
Leiter Redaktion Wissen, DIE ZEIT und Herausgeber, ZEIT Wissen

PROF. DR. PETER STROHSCHNEIDER
Präsident, Deutsche Forschungsgemeinschaft e.V.

RANGA YOGESHWAR
Moderator ARD-Sendungen



SPRINGER NATURE

